

Scheepvaartscenario's voor Deltaprogramma

100 jaar later....

Datum 28 november 2012
Status Definitief Rapport

Scheepvaartscenario's voor Deltaprogramma

100 jaar later....

Datum 28 november 2012
Status Definitief Rapport

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat-DVS
Informatie	ir. M.A. Wolters (Rijkswaterstaat-DVS),
E-mail	milou.wolters@rws.nl
Telefoon	088-7982531
Uitgevoerd door	ir. drs. J.C.M. van Dorsser (TU-Delft, Faculteit CiTG)
Datum	28 november 2012
status	Definitief Rapport

Inhoud

1	Inleiding 7
1.1	Doelstelling 7
1.2	Leeswijzer 7
2	Drijfveren voor toekomstige transportontwikkelingen 9
2.1	Drijfveren voor het transportsysteem 9
2.1.1	Drijfveren in lange termijn analyses 9
2.1.2	Drijfveren in zeer lange termijn analyses 9
2.2	Vaststellen van de sleutelonzekerheden 10
2.3	Identificeren hoekpunten relevante scenario's 12
3	Socio-Economische Ontwikkelingen en Transport 17
3.1	Relatie tussen economische productie en transport 17
3.2	Reflectie op economische groei 19
3.3	Raming van de totale transportvraag 22
3.3.1	Bevolking en werkzame bevolking 23
3.3.2	Raming van het bruto binnenlands product 23
3.3.3	Ontwikkeling van de totale transportvraag 28
4	Effecten klimaatverandering en bodemdaling 31
4.1	Effecten van klimaatverandering 31
4.1.1	Beschikbare klimaatscenario's 31
4.1.2	Effect op de bevaarbaarheid van de rivieren 32
4.2	Effecten van bodemdaling 36
4.3	Gecombineerd effect klimaatverandering en bodemdaling 37
4.4	Effecten van een hoge waterafvoer op de binnenvaart 38
4.4.1	Effecten hoog water op containervaart 38
4.5	Effecten van zeespiegelstijging 39
5	Verduurzaming van het transportsysteem 41
5.1	Cyclisch karakter van de economie 41
5.2	Het nieuwe socio-techno-economische paradigma 42
5.3	Weerslag op de transportsector 43
5.4	De ontwikkeling van multimodaal binnenvaartvervoer 46
5.5	Gevolgen uitbreiding Europese infrastructuur 48
6	Kwalitatieve beschrijving binnenvaartscenario's 51
6.1	Inleiding 51
6.2	DRUK 55
6.2.1	Energie en brandstofsector 55
6.2.2	Zeehavens 55
6.2.3	Binnenvaart 56
6.3	STOOM 58
6.3.1	Energie en brandstofsector 58
6.3.2	Zeehavens 58
6.3.3	Binnenvaart 59
6.4	RUST 61

6.4.1	Energie en brandstofsector	61
6.4.2	Zeehavens	61
6.4.3	Binnenvaart	62
6.5	WARM	64
6.5.1	Energie en brandstofsector	64
6.5.2	Zeehavens	64
6.5.3	Binnenvaart	65
6.6	DOORSTOMEN	67
6.6.1	Energie en brandstofsector	67
6.6.2	Zeehavens	67
6.6.3	Binnenvaart	68
6.7	WATERDRUK	70
6.7.1	Energie en brandstofsector	70
6.7.2	Zeehavens	70
6.7.3	Binnenvaart	71
7	Kwantificeren scenario's doorvoer zeehavens	75
7.1	Inleiding	75
7.2	Prognose doorvoer zeehavens Le-Havre – Hamburg regio	75
7.3	Marktaandeel Nederlandse zeehavens	76
7.4	Aandeel containers	78
7.5	Opkomst continentale 45 voet short-sea containervervoer	81
7.6	Aandeel conventionele containervervoer	82
7.7	Aandeel bulk en break-bulk	82
8	Kwantificeren scenario's binnenvaart	85
8.1	Inleiding	85
8.2	Ontwikkeling totale binnenlandse vervoersvolumes	85
8.3	Ontwikkeling van het binnenlands vervoer van bulkgoederen	86
8.4	Ontwikkeling binnenlands conventioneel containervervoer	86
8.5	Ontwikkeling binnenlands continentaal vervoer	87
8.6	Aandeel binnenvaart in binnenlands bulkvervoer	88
8.7	Aandeel binnenvaart in conventioneel binnenlands containervervoer	89
8.8	Opkomst continentaal containervervoer met de binnenvaart	90
8.8.1	Aandeel achterlandvervoer in continentaal short-sea vervoer	90
8.8.2	Aandeel containerbinnenvaart in het continentale lange afstand vervoer	91
8.8.3	Aandeel containerbinnenvaart in het continentale korte afstand vervoer	92
8.8.4	Totale omvang continentale containerbinnenvaart	92
8.9	Opkomst continentaal palletvervoer met de binnenvaart	93
9	Conclusies	95
	Literatuuroverzicht	100
	Bijlage 1: Aanvankelijke scheepvaartscenario's	103
	Bijlage 2: Cijfers havens in scenario's	104
	Bijlage 3: Cijfers binnenvaart in scenario's	105
	Bijlage 4: Cijfers continentaal vervoer in scenario's	106

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

In het kader van het Deltaprogramma wordt gewerkt aan de zogenaamde Deltascenario's. Hierbij wordt uitgegaan van de WLO-scenario's 2040 en de KNMI-scenario's 2006. Uitgaande van combinaties tussen de WLO- en de KNMI-scenario's worden (vier) Deltascenario's 2050 opgesteld. De scenario's geven mogelijke ontwikkelingen maar hebben geen onderscheidende waarschijnlijkheid (het ene scenario is niet waarschijnlijker dan het andere). Binnen het project Deltascenario's 2012 (opdrachtgever RWS Waterdienst, opdrachtnemer Deltares) is er behoefte om verdere invulling te geven aan de zeer lange termijn Binnenvaartscenario's.

Veel inzichten ten aanzien van de zeer lange termijn ontwikkeling van de binnenvaart zijn de afgelopen jaren ontwikkeld in het kader van het aan de TU-Delft lopende promotie onderzoek: *"Very Long Term Development of the Dutch Inland Waterway Transport System, Towards a vision for the year 2100"*. Dit rapport beoogt de belangrijkste inzichten van dit (nog lopende) onderzoek beschikbaar te stellen aan het Deltaprogramma. Op basis van deze inzichten kan een eerste aanzet gegeven worden voor een zowel kwalitatieve als kwantitatieve onderbouwing van de zeehaven- en binnenvaartscenario's in de jaren 2050 en 2100.

De in dit document verstrekte inzichten komen voort uit de zienswijze van het aan de TU-Delft uitgevoerde onderzoek. Zij kunnen afwijken van de gehanteerde opvattingen in het Deltaprogramma.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 begint met een beschrijving van de voornaamste drijfveren voor de zeer lange termijn ontwikkeling van de binnenvaart. Deze drijfveren hebben betrekking op socio-economische ontwikkelingen, klimaatverandering en maatschappelijke verduurzaming. Hoofdstuk 3 gaat in op de relatie tussen socio-economische ontwikkelingen en transport. Hoofdstuk 4 bespreekt de effecten van klimaatverandering en bodemdaling. Hoofdstuk 5 behandelt de relatie tussen lange termijn economische Kondratieff golven, maatschappelijke transitie en de ontwikkeling van transportnetwerken. In het bijzonder wordt ingegaan op de ontwikkeling van (continentaal) multimodaal transport. Hoofdstuk 6 geeft op een kwalitatieve wijze invulling aan de ontwikkeling van de zeehavens en de binnenvaart in de vier vigerende Deltascenario's (DRUK, STOOM, WARM en RUST) alsmede de twee door ons relevant geachte DOORSTOMEN (Stoom met uitblijven effecten klimaatverandering) en WATERDRUK (Druk met optreden sterke effecten klimaatverandering) scenario's. Hoofdstuk 7 beschrijft de kwantificering van de scenario's voor de ontwikkeling van de zeehavens richting 2050 en 2100. Hoofdstuk 8 bespreekt de kwantificering van de ontwikkeling van de binnenvaart. Hoofdstuk 9 sluit vervolgens af met de voornaamste conclusies uit dit rapport.

2 Drijfveren voor toekomstige transportontwikkelingen

Op basis van het aan de TU-Delft uitgevoerde onderzoek naar de zeer lange termijn ontwikkelingen van (en op) de vaarwegen zijn een aantal sleutelonzekerheden geïdentificeerd die allesbepalend zijn voor de ontwikkeling van de West-Europese zee- en binnenvaart. Dit hoofdstuk geeft aan hoe op basis van deze parameters invulling gegeven kan worden aan de Deltascenario's.

2.1 Drijfveren voor het transportsysteem

Hoe verder men vooruit kijkt hoe minder detail men kan waarnemen! Deze simpele constatering gaat zeker ook op bij het opstellen van zeer lange termijn scenario's. In normale lange termijn prognoses met een tijdshorizon van 20 tot 30 jaar kan nog relatief veel detail worden meegenomen. Bij een langere tijdshorizon tot het jaar 2100 is dit niet langer mogelijk. Zeer lange termijn prognoses kunnen alleen rekening houden met de meest fundamentele diepgewortelde drijfveren.

2.1.1 Drijfveren in lange termijn analyses

Voor het opstellen van lange termijn transportprognoses wordt doorgaans gebruik gemaakt van relatief gedetailleerde transportmodellen (zoals BASGOED, NODUS, of TRANS-TOOLS). Deze modellen bevatten een gedetailleerde beschrijving van de infrastructuur. Daarnaast wordt rekening gehouden met een groot aantal drijfveren zoals (zie Petersen et al., 2009, p.67-68):

- Bevolking: De omvang en samenstelling van de bevolking;
- Economie: Macro-economische ontwikkelingen, productiviteit per industriële sector, logistieke ontwikkelingen, ontwikkeling van handelsstromen, globalisatie;
- Verduurzaming: Ontkoppelen van economische groei en transport, lokaal produceren, minder vervoeren, minder consumeren;
- Energie: Beschikbaarheid van voldoende brandstoffen, ontwikkeling van de energie- en brandstofprijzen;
- Technologie: ICT en technologische vernieuwing van transportmiddelen;
- Infrastructuur: Verbeterde beschikbaarheid, mate van congestie en mate van onderlinge verwevenheid (synchro-modaliteit);
- Milieu: Internaliseren van externe effecten van het transportsysteem, ontwikkeling van multimodaal vervoer;
- Beleid: Vergaande integratie en uitbreiding van de Europese Unie, verduurzaming, veiligheid.

Voor de meeste van deze drijfveren is het vrijwel onmogelijk om veel langer dan 20 tot 30 jaar vooruit te kijken.

2.1.2 Drijfveren in zeer lange termijn analyses

De ontwikkeling van zeer lange termijn scenario's vereist een totaal andere benadering waarbij uitsluitend de meest fundamentele drijfveren in de analyse meegenomen worden. Ook zal hierbij het detailniveau van de analyse tot een minimum beperkt moeten blijven (geen gedetailleerde geografische beschrijving of gedetailleerde classificering van verschillende typen goederen).

Bij het opstellen van zeer lange termijn binnenvaartscenario's zal op basis van fundamentele diepgewortelde globale trends inzicht verschaft worden in de volgende drie aspecten:

1. De ontwikkeling van de totale vraag naar goederenvervoer (totaal voor alle transportmodaliteiten binnen een grotere West-Europese context);
2. De specifieke ontwikkeling van de beschikbaarheid en relatieve kwaliteit van het West-Europese binnenvaarttransportnetwerk;
3. De ontwikkeling van het relatieve marktaandeel van de binnenvaart binnen het totale vervoerssysteem.

Zoals onder andere beschreven door Van Dorsser et al. (2012) bestaat er een zeer sterke relatie tussen de economische productie (Bruto Binnenlands Product, of BBP) en de totale hoeveelheid goederenoverslag in een bepaalde regio. Deze relatie gaat ook op voor het binnenlandse (of continentale) vervoer in West-Europa. Als zodanig is het dus mogelijk om voorspellingen van de totale vraag naar goederenvervoer te baseren op voorspellingen van de economische productie.

De ontwikkeling van de beschikbaarheid en kwaliteit van het West-Europese binnenvaartnetwerk is afhankelijk van (1) de mate waarin klimaatverandering effect heeft op de bevaarbaarheid van vaarwegen en (2) de mate waarin maatschappelijke drang naar verduurzaming van het transportsysteem leidt tot investeringen in een verruiming van de afmetingen en beschikbare capaciteit op de vaarwegen.

Het marktaandeel van de binnenvaart hangt af van de relatieve concurrentiepositie van de binnenvaart ten opzichte van de andere transportmodaliteiten. Hierbij speelt een groot aantal factoren een rol¹. Op zeer lange termijn is het vooralsnog niet mogelijk om een zinnige inschatting te maken van de ontwikkeling van al deze factoren, zeker niet aangezien het (Europese) overheidsbeleid in sterke mate een sturend effect kan hebben op de 'modal split' (bijvoorbeeld door het beprijzen van externe effecten en het ontwikkelen van watergebonden bedrijfslocaties). Wij koppelen het marktaandeel van de binnenvaart in de scenario's daarom aan de maatschappelijke drang naar verduurzaming van de maatschappij in het algemeen en het transportsysteem in het bijzonder.

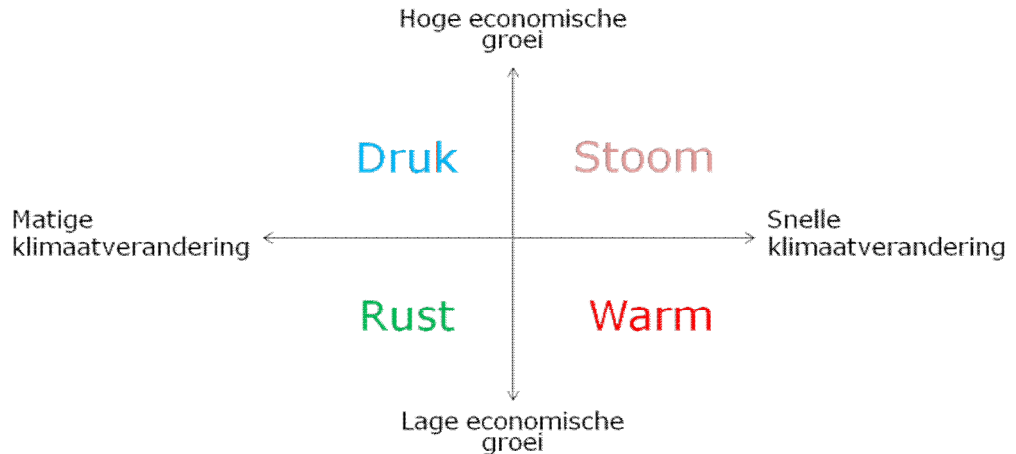
2.2 Vaststellen van de sleutelonzekerheden

Ten aanzien van de zeer lange termijn ontwikkeling van het transport op de West-Europese waterwegen kunnen op basis van de bovenstaande analyse de volgende drie relevante sleutelonzekerheden worden onderscheiden:

- Socio-economische ontwikkeling (lage en hoge economische groei);
- Effecten van klimaatverandering (matige en snelle klimaatverandering);
- Transitie naar een duurzame maatschappij (matige en succesvolle transitie).

De eerste twee drijfveren zijn reeds expliciet als uitgangspunt gehanteerd bij het opstellen van de Deltascenario's (zie figuur 1). Dit geldt niet voor de invulling van de derde sleutelonzekerheid die veelal impliciet is meegenomen.

¹ Zoals de beschikbare capaciteit van transportmiddelen en de ontwikkeling van kostenfactoren. De beschikbare capaciteit is gebonden aan beschikbare infrastructuur, regelgeving en de stand van de techniek. Kostenfactoren hebben betrekking op arbeid, brandstof, transport materiaal, kapitaal, grondgebruik en milieubelasting. Hierbij kan zowel gedacht worden aan het prijs als het volume effect.



Figuur 1: Gehanteerde sleutelonzekerheden in de Deltascenario's

Socio-economische ontwikkelingen bepalen de ontwikkeling van de omvang en samenstelling van de (werkzame) bevolking, de arbeidsproductiviteit en de economische productie. Gezien de directe relatie tussen de 'economische productie' en de 'totale vraag naar goederenvervoer' kan deze parameter eveneens worden gezien als de voornaamste drijfveer voor de ontwikkeling van de totale transportvolumes in West-Europa. Wij vinden het daarom vanzelfsprekend dat de socio-economische ontwikkeling (BBP) wordt gekenmerkt als één van de drie sleutelonzekerheden bij het opstellen van zeer lange termijn toekomstscenario's.

Klimaatverandering heeft een direct gevolg voor de veiligheid tegen overstroming, de beschikbaarheid van voldoende zoet water en de bevaarbaarheid van de waterwegen (in het bijzonder op ongestuwde rivieren zoals de Rijn en de Gelderse IJssel). Bij een snelle klimaatverandering kan het op zeer lange termijn met enige regelmaat voorkomen dat er niet voldoende water beschikbaar is om de bevaarbaarheid van (ongestuwde) rivieren te blijven garanderen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat vaarwegen bij hoog water omwille van de veiligheid voor een bepaalde periode gestremd worden, bijvoorbeeld in verband met problemen rondom de stabiliteit van de dijken of bij gevaar voor overstroming van kaden.

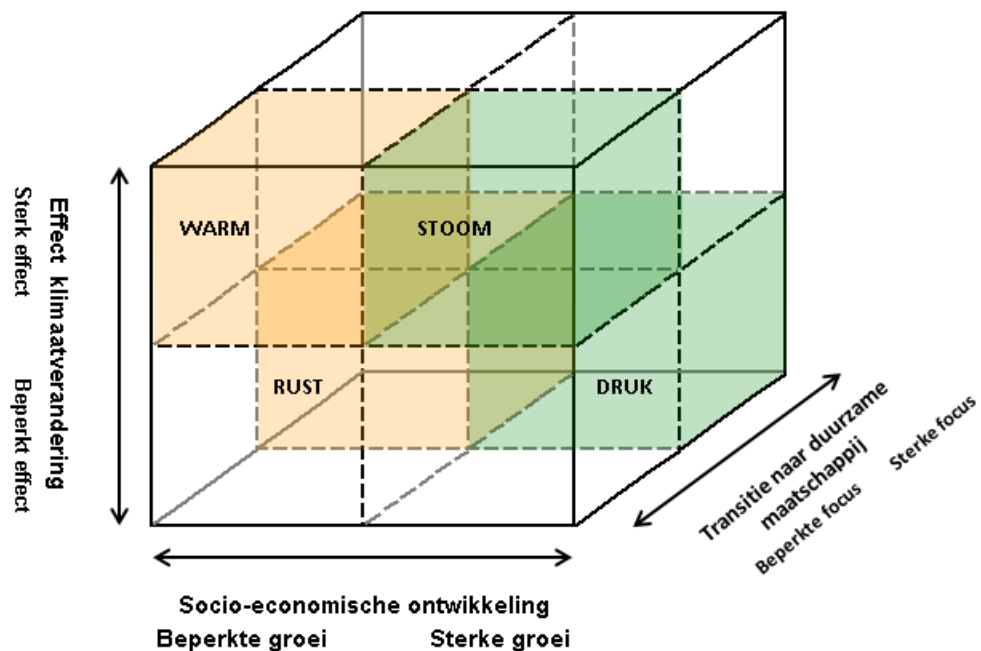
Naast de effecten van socio-economische groei en klimaatverandering speelt in onze ogen de maatschappelijke dynamiek rondom verduurzaming eveneens een belangrijke rol. Hierbij kan aan een veelvoud van aspecten worden gedacht. Het meest tot de verbeelding sprekend is wellicht de transitie naar een duurzame energievoorziening die onder andere ook gevolgen zal hebben voor de kosten van brandstof en de samenstelling van het goederenvervoer. Ook kan gedacht worden aan het verminderen van de ecologische footprint door bijvoorbeeld het verminderen van het energie- en materiaal gebruik, het gebruik van biologisch afbreekbare grondstoffen en het hergebruik van grondstoffen. Dit leidt niet alleen tot minder productie maar ook tot meer lokale productie van goederen.

De transitie naar een duurzame maatschappij uit zich in de transportsector in eerste instantie door de succesvolle ontwikkeling van multimodaal vervoer. Hierbij gaat het zowel om het aandeel van de binnenvaart in de huidige 'diepzee' containerstromen als de mogelijke ontwikkeling van continentaal container- en pallet vervoer over

water. Tot op heden heeft multimodaal (of intermodaal) binnenvaartvervoer nog vrijwel geen marktaandeel verworven in de in de continentale ladingstromen, maar in de toekomst is het niet uitgesloten dat de binnenvaart juist in dit segment een prominente rol zal gaan spelen. Zeker gezien het feit dat continentaal vervoer in het kustvaart (short-sea) en op het spoor nu al 'booming' is. In tweede instantie leidt verduurzaming vooral tot een verdere ontkoppeling van economie en transport.

2.3 Identificeren hoekpunten relevante scenario's

De fundamentele transitie naar een duurzamere maatschappij is van dusdanig groot belang bij het opstellen van zeer lange termijn scenario's dat wij het essentieel vinden deze parameter expliciet mee te nemen. De rol van duurzaamheid in de Deltascenario's is daarom weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Gehanteerd invulling Deltascenario's

Uit de weergave volgt duidelijk dat er in de vigerende Deltascenario's een eenduidige koppeling gemaakt wordt tussen de effecten van klimaatverandering en de mate van verduurzaming. Hierdoor wordt impliciet een causaal verband verondersteld tussen de mate van verduurzaming en het uitblijven van sterke effecten van klimaatverandering. In lijn met deze veronderstelling kan op de volgende wijze invulling gegeven worden aan de Binnenvaartscenario's.

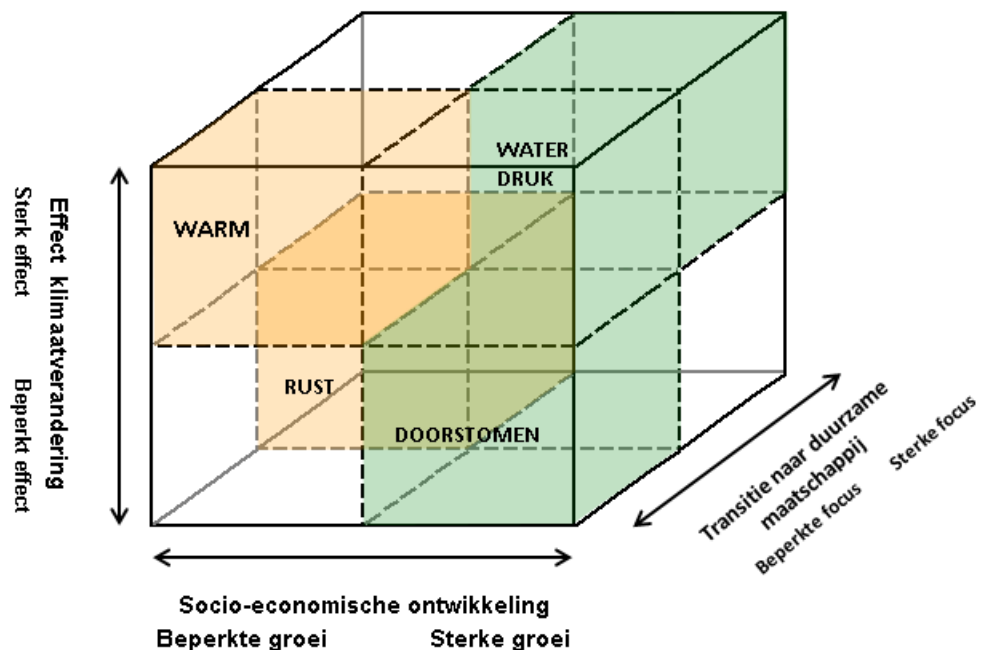
1. RUST: Lage economische groei, succesvolle transitie naar duurzame maatschappij en beperkte effecten van klimaatverandering: Als gevolg van een lage mondiale economische groei en een succesvolle globale transitie naar een duurzame maatschappij (mede door stimuleringsmaatregelen in groene infrastructuur) lukt het om de ergste effecten van klimaatverandering af te wenden. *Ten aanzien van de infrastructuur kan verwacht worden dat de Rijn bevaarbaar blijft en dat er in beperkte mate*

geïnvesteed zal worden in een duurzame opwaardering van de grotere nationale en internationale vaarwegen. Eveneens vind er op zekere hoogte een verschuiving van bedrijvigheid plaats naar aan het water gelegen locaties.

2. WARM: Lage economische groei, zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en sterke effecten van klimaatverandering: Als gevolg van de lage economische groei zijn er vrijwel geen middelen beschikbaar om de transitie naar een duurzame maatschappij vorm te geven. Mede hierdoor lukt het niet om de gevolgen van klimaatverandering te beperken. Ook blijven investeringen in het opwaarderen van de natte infrastructuur uit wegens gebrek aan middelen. *Op de Rijn zal uitsluitend geïnvesteed worden in basale maatregelen die de veiligheid tegen overstroming waarborgen. Het bevaarbaar houden van de Rijn heeft geen prioriteit. Als gevolg hiervan zal de rivier enkele maanden per jaar niet bevaarbaar zijn. Ook blijven investeringen in een duurzame opwaardering van de vaarwegen uit. Mede hierdoor komt multimodaal vervoer van continentale lading over water nauwelijks van de grond.*
3. STOOM: Hoge economische groei, zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en sterke effecten van klimaatverandering: Mede als gevolg van een hoge economische groei en de zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij zijn de effecten van klimaatverandering uitermate sterk. *Door de beperkte interesse in een verduurzaming van de maatschappij heeft het bevaarbaar houden van de Rijn niet veel prioriteit. Investeringen worden wel gedaan om de gebieden rondom de Rijn te behoeden van overstroming maar van het verder stuwen van de Rijn ten behoeve van de scheepvaart is geen sprake. Dit leidt ertoe dat de Rijn enkele maanden per jaar slecht of onbevaarbaar wordt. Daarnaast is er weinig politieke animo voor het verbeteren van de infrastructuur op de kleine vaarwegen en het ontwikkelen van natte bedrijfsterreinen. Desondanks komt multimodaal vervoer als gevolg van de sterke groei van de totale vervoersvolumes toch in beperkte mate van de grond.*
4. DRUK: Hoge economische groei, succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij en beperkte effecten van klimaatverandering: De succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij heeft geen windeieren gelegd. Duurzame technologie vormt een sterke pijler waarop de economie rust en mede door de succesvolle transitie zijn de effecten voor klimaatverandering beperkt gebleven. *De Rijn is nog steeds beschikbaar als hoofdtransportader voor het West-Europese goederenvervoer en de sterk gegroeide goederenvolumes maken hier dankbaar gebruik van. De alsmaar groeiende containervolumes leiden tot de ontwikkeling van een dicht netwerk van containerterminals dat rond 2020 tot het ontstaan van intermodale continentale transportstromen mogelijk maakt. In reactie hierop wordt sterk geïnvesteed in het opwaarderen van de kleine vaarwegen, het aanleggen van 'missing links' (zoals het Twente – Mittelland kanaal) en het ontwikkelen van watergebonden bedrijfslocaties. Rond 2050 zijn veel bedrijven weer aan het water gelegen. Als gevolg hiervan dalen de kosten voor het voor- en natransport en ziet de binnenvaart kans om in de tweede helft van de 21^{ste} eeuw multimodale palletdistributienetwerken te ontwikkelen.*

Hoewel de keuze voor het koppelen van 'een geslaagde transitie naar een duurzame maatschappij' aan 'het uitblijven van klimaatverandering' op zichzelf plausibel is, vragen wij ons wel af of op deze wijze wel goed genoeg alle hoekpunten van de scenario's verkend worden. Wij denken dat dit niet helemaal het geval is.

Een belangrijk aspect bij het selecteren van vier van de vier meest relevante hoekpunten is gerelateerd aan de vraag of verduurzaming vooraf gaat aan 'het voorkomen van klimaatverandering' of volgt op 'het zichtbaar worden van effecten van klimaatverandering'. Wij zouden willen veronderstellen dat de mensheid alleen bij een beperkte economische groei en een sterke internationale inzet op verduurzaming nog voldoende invloed zou kunnen uitoefenen om een sterke klimaatverandering af te wenden. Bij een hoge economische groei vinden wij het logischer om de causale relatie andersom te leggen. In dat geval is het verschuiven van de maatschappelijke focus naar een duurzamere samenleving een gevolg van de sterke verandering van het klimaat. De hoge economische groei in dit scenario zou het eveneens mogelijk maken om ook daadwerkelijk in duurzame technologie te investeren. Figuur 3 maakt deze alternatieve veronderstellingen ten aanzien van de causale relatie tussen duurzaamheid en klimaatverandering inzichtelijk.



Figuur 3: Alternatieve invulling binnenvaartscenario's

Wij denken dat de bovenstaande verdeling leidt tot een evenwichtigere verdeling van de scenario's waarbij geen van de geschetste scenario's immers meer aan elkaar grenst. Daarnaast vinden wij de verhaallijn geloofwaardiger, zeker gezien het feit dat de traagheid van processen ten aanzien van de veranderingen in het klimaat vermoedelijk groter is dan de traagheid van de transitie naar een duurzamere samenleving (die desondanks ook nog zeker 50 jaar kan duren). Wij bevelen

daarom aan om de aangepaste WATERDRUK en DOORSTOMEN scenario's bij de toekomstige ontwikkeling van nieuwe Deltascenario's in overweging te nemen.

5. DOORSTOMEN: Hoge economische groei, zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en beperkte effecten van klimaatverandering: Als gevolg van een gunstige ontwikkeling van het klimaat blijven de effecten van klimaatverandering beperkt, dit ondanks een hoge economische groei en een zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij. *Dankzij het uitblijven van sterke effecten als gevolg van klimaatverandering blijft de Rijn redelijk goed bevaarbaar en voorziet zij in de transportbehoefte van zowel grote hoeveelheden bulkgoederen als intercontinentale import en export containers. Maatschappelijk gezien is er niet veel interesse voor de verminderde footprint van intermodaal transport. Grootschalige investeringen in het verruimen van kleine vaarwegen blijven dan ook uit. Bedrijven blijven voor hun transport voornamelijk op het wegtransport geïntereerd. Desondanks ontwikkelt de continentale containerbinnenvaart zich in beperkte mate door de sterke groei van de totale transportvolumes.*
6. WATERDRUK: Hoge economische groei, succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij en sterke effecten van klimaatverandering: Als gevolg van de omvangrijke verandering van het mondiale klimaatsysteem ontstaat er een sterke maatschappelijke en politieke wil om te investeren in duurzame infrastructuur. *Hierdoor kan sterk worden ingezet op de ontwikkeling van multimodaal continentaal binnenvaartvervoer. Dit resulteert niet alleen in een verruiming van de kleine vaarwegen maar ook in het aanleggen van enkele missing links (zoals het Twente – Mittelland kanaal). Om te voorkomen dat de binnenvaart al te veel hinder ondervindt van de sterke effecten van klimaatverandering worden de Rijn en Gelderse IJssel (verder) gekanaliseerd. Dit verhoogt de betrouwbaarheid van de vaarwegen. De sterke focus op continentaal vervoer resulteert er verder in dat bedrijven zich weer aan het water gaan vestigen en maakt derhalve op termijn het ontstaan van continentaal palletvervoer mogelijk.*

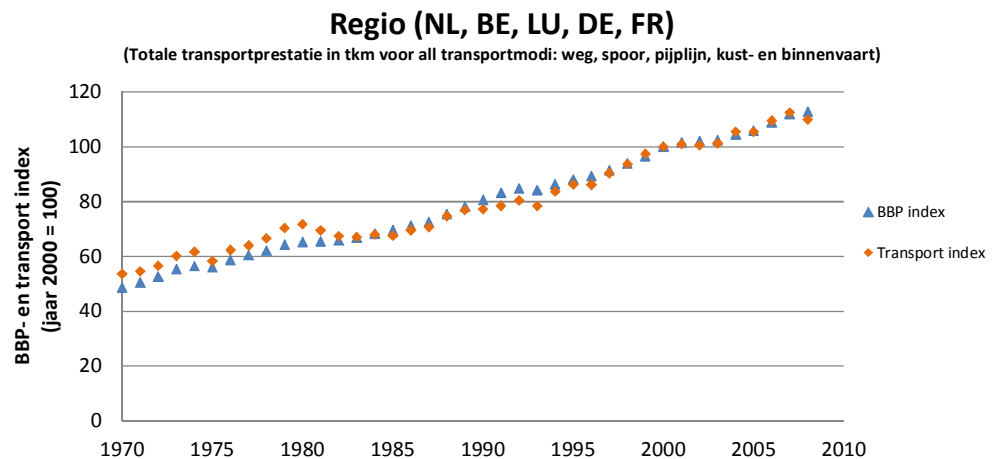
In het vervolg van dit document zullen niet alleen de vigerende scenario's (WARM, RUST, DRUK en STOOM) verder worden uitgewerkt maar zal eveneens invulling worden gegeven aan de DOORSTOMEN en WATERDRUK scenario's. Deze scenario's hebben immers de meest verstrekkende gevolgen voor de ontwikkeling van de Europese binnenvaart. De uitwerking van deze scenario's kan worden gezien als een gevoeligheidsanalyse op de STOOM en DRUK scenario's.

3 Socio-Economische Ontwikkelingen en Transport

Uit empirisch onderzoek blijkt dat er een zeer sterk verband bestaat tussen de omvang van de economische productie en het totale transportvolume in een bepaalde regio. Deze relatie kan worden gebruikt om de toekomstige toename van de transportvolumes zichtbaar te maken.

3.1 Relatie tussen economische productie en transport

De relatie tussen economische productie en transport wordt goed duidelijk als beide parameters als een index tegen elkaar uitgezet worden. De resultaten van een dergelijk exercitie voor het gecombineerde BBP en transportvolume van Nederland, België, Luxemburg, Duitsland en Frankrijk zijn weergegeven in figuur 4.

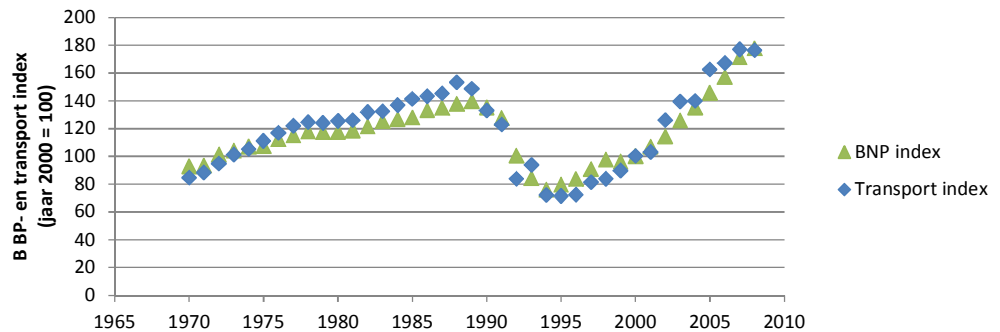


Bron: Gegevens afkomstig uit diverse documenten van de EU, geconsolideerd in een integrale database.

Figuur 4: Relatie tussen economische productie en transport

Figuur 4 bevestigt het bestaan van een sterke relatie tussen economische productie en transport, maar theoretisch gezien zou dit verband ook op toeval kunnen berusten. Granger en Newbold (1974, p.111) waarschuwen al enkele decennia terug voor de risico's bij het correleren van twee onafhankelijk oplopende tijdseries. Als gevolg van het verlopen van de tijd kunnen twee oplopende tijdseries een virtuele correlatie vertonen. In dat geval spreken we van een schijnrelatie.

Om de mogelijkheid van een schijnrelatie uit te sluiten hebben we gezocht naar een land waar de economie de afgelopen 40 jaar een duidelijke op- en neergaande trend heeft vertoond. Een goed voorbeeld hiervan is Litouwen (zie figuur 5).



Bron: Gegevens afkomstig uit diverse documenten van de EU, geconsolideerd in een integrale database.

Figuur 5: Relatie economische productie en transport in Litouwen

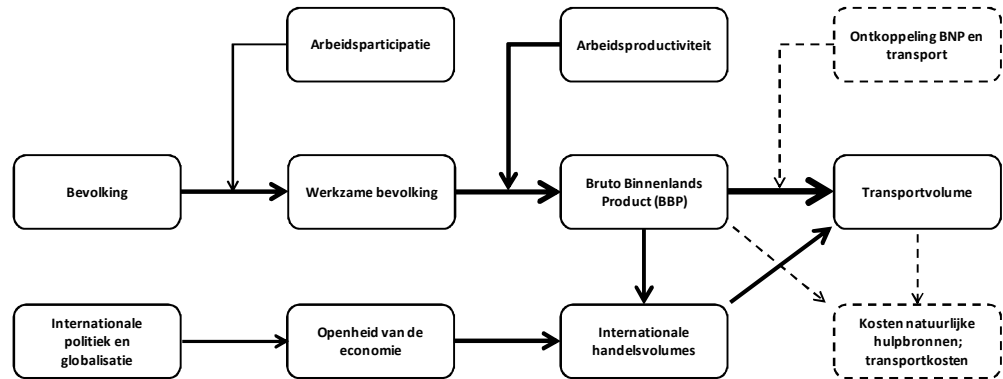
Uit de grafiek van Litouwen volgt een zeer duidelijke relatie tussen de omvang van de economische productie en het transportvolume. Op basis hiervan kan worden verwacht dat ook de voor onze regio (NL, DE, BE, FR en LU) gevonden relatie op een steekhoudend causaal verband berust.

Gezien het sterke verklarende karakter van het verband tussen economie en transport kan men zich terecht afvragen hoe het zit met de invloed van overige drijfveren zoals bevolkingsgroei, handelsvolumes, globalisatie en brandstofprijzen. Deze zouden toch eveneens een sterke verklarende waarde moeten hebben. Hoe is het dan mogelijk dat met slechts één enkele variabele (het BBP) de totale ontwikkeling van het transport vrijwel geheel kan worden verklaard?

Het antwoord op deze vraag is dat dat de verschillende variabelen niet onafhankelijk van elkaar mogen worden gezien. Handel en economische productie zijn in hoge mate aan elkaar gerelateerd. Als gevolg hiervan treedt in de econometrische regressiemodellen een hoge mate van collineariteit op. Bij het schatten van een model met twee parameters die een vrijwel identiek verloop vertonen kan het regressiemodel geen verklarend onderscheid meer maken tussen de verschillende variabelen. Hoewel het model nog steeds een goede inschatting van de totale uitkomst kan geven, verschaffen de afzonderlijke parameters geen betekenisvolle inzichten meer in de effecten van de afzonderlijke drijfveren (het is in dit geval bijvoorbeeld niet meer duidelijk in welke mate transport gedreven wordt door de handelsvolumes of door de omvang van de economische productie). Om de mogelijke collineariteit inzichtelijk te maken hebben we de causale verbanden bij het schatten van de totale transportstromen in figuur 6 weergegeven.

Het BBP kan worden bepaald op basis van op de omvang van de beroepsbevolking en de arbeidsproductiviteit. Handelsvolumes zijn gerelateerd aan de omvang en openheid van de economie. Beide parameters (handel en BBP) zijn bepalend voor de totale vraag naar transport. Als gevolg van de sterke onderlinge correlatie zullen wij alleen het BBP als verklarende variabele in het model opnemen².

² Voor ramingen met een lange termijn horizon van ongeveer 20 tot 30 jaar achten wij het ook mogelijk om ramingen van de totale handelsvolumes op te stellen. In dit geval kan bijvoorbeeld worden overwogen om de



Figuur 6: Causale verbanden t.a.v. de totale transportvraag

Ten aanzien van het BBP moet echter wel opgemerkt worden dat er in de toekomst een ont koppeling tussen de economische groei (of handelsvolumes) en de groei van de transportvolumes op kan treden. Van Dorsser et al. (2012) geeft aan dat deze ontwikkeling feitelijk al in gang is gezet. In de gehanteerde korte termijn modellen is duidelijk te zien dat de totale doorvoer in de havens van de Le-Have – Hamburg range bij een gelijkblijvend BBP elk jaar zo'n 20 miljoen ton zal afnemen³.

Ten aanzien van de invloed van de ontwikkeling van de brandstofprijs (of olieprijs) op de transportvolumes moet worden opgemerkt dat dit vermoedelijk een tweede orde effect betreft. De omgekeerde relatie is veel sterker. Een hoge economische productie leidt tot een sterke vraag naar energie, vervoer en brandstof en daarom tot een sterke stijging van de olieprijs. Historische gegevens bevestigen dat een hoge olieprijs inderdaad samengaat met een hoge economische productie.

3.2 Reflectie op economische groei

Uit de vorige paragraaf is naar voren gekomen dat economische productie (BBP) allesbepalend is bij het ramen van de totale vervoersvraag. Een hoger BBP kan worden gerelateerd aan een hogere industriële productie, een hogere consumptieve vraag en een grotere vraag naar goederenvervoer.

De gangbare economische opvattingen zijn ontwikkeld vanuit een korte termijn perspectief en gaan er min of meer vanuit dat economische groei een vast gegeven is. De endogene groei theorie probeert economische groei van binnenuit het model te verklaren. Zo leidt een hogere bijdrage aan 'Research & Development' tot meer innovaties en een hogere groei van de arbeidsproductiviteit. Dit impliceert dat economische groei mogelijk blijft zolang men maar in R&D blijft investeren.

Op zeer lange termijn is het allerm minst zeker dat economische groei tot in de lengte van dagen door kan gaan. Als we bijvoorbeeld veronderstellen dat we uit kunnen

binnenlandse transportvraag te baseren op het BBP en de buitenlandse import/export volumes te baseren op de raming van de handelsvolumes. In beide gevallen wordt dan nog steeds maar één verklarende variabele gebruikt.

³ De ramingen van Van Dorsser et al. (2012) zijn gebaseerd op een combinatie van zowel lange termijn modellen (waarbij de hoogte van het BBP direct gekoppeld wordt aan de doorvoer van de zeehavens) en korte termijn modellen waarbij voor twee opeenvolgende jaren het verschil in BBP gekoppeld wordt aan het verschil in doorvoer. Het laatste model laat zien dat de doorvoer jaarlijks met 20 miljoen ton afneemt als het BBP gelijk blijft.

gaan van een aanhoudende evenwichtige groei van 0,5% en deze enkele millennia doortrekken dan zal blijken dat we theoretisch gezien over 3000 jaar alles wat we nu in Nederland doen met 1 persoon zouden kunnen doen. Uiteindelijk zal de arbeidsproductiviteit in dit geval doorstijgen tot oneindig. Wij vinden een dergelijke veronderstelling op zeer lange termijn niet houdbaar.

Toch is de opvatting dat economische groei vanzelfsprekend is gemeengoed in scenario analyses. Zo redeneren Carone et al. (EC, DG Economic and Financial Affairs 2006) dat: "*The EPC-AWG agreed that a prudent assumption for TFP would be that country-specific TFP growth would converge by 2030-2050 to the past TFP growth rate recorded for the EU as a whole over a long period (1970-2004), i.e. 1.1% per annum, with the speed of the convergence process perhaps dictated by the size of the initial gap in TFP levels*⁴. De Europese Commissie gaat er dus vanuit dat de toekomstige groei van de arbeidsproductiviteit een exponentieel karakter behoudt over de gehele looptijd van de door haar gehanteerde scenario's.

Een vrijwel identieke benadering wordt gehanteerd in de achtergronddocumenten van de WLO scenario's (die ook de basis vormen voor de uitgangspunten van de Deltascenario's). Smid (2005, blz. 6) geeft aan dat Europa tot 1913 het voorfront van de technologische ontwikkeling bepaalde. Daarna nam de Verenigde Staten deze rol over. In de zeer lange periode die daarop volgde bleef de groei van de arbeidsproductiviteit in Europa en de Verenigde Staten hoog, tussen de 1,5% en 2,5% jaarlijkse groei (met enkele opwaartse en neerwaartse uitzonderingen). Voor Nederland was de groei iets lager, maar niet lager dan 1,2% (gemeten over een langere periode van tijd). Smid stelt daarom dat het niet waarschijnlijk is dat de lage groei van 0,5% over de periode van 1995-2003 representatief zal zijn voor de toekomst. Om deze reden is uitgegaan van een jaarlijkse groei van 1,2% tot 2,1% in de WLO-scenario's tot 2040. Deze aanname wordt nu ook gehandhaafd in de Deltascenario's tot het jaar 2100 (zie tabel 1).

Tabel 1: Door CPB veronderstelde economische groei

	Rust en Warm		Druk en Stoom	
	2012 - 2050	2051 - 2100	2012 - 2050	2051 - 2100
Bevolking	-0.2	-0.5	0.5	0.4
Werkgelegenheid	-0.2	-0.5	0.5	0.4
Arbeidsproductiviteit	1.2	1.2	2.1	2.1
BBP	1.0	0.7	2.6	2.5
BBP per hoofd	1.2	1.2	2.1	2.1

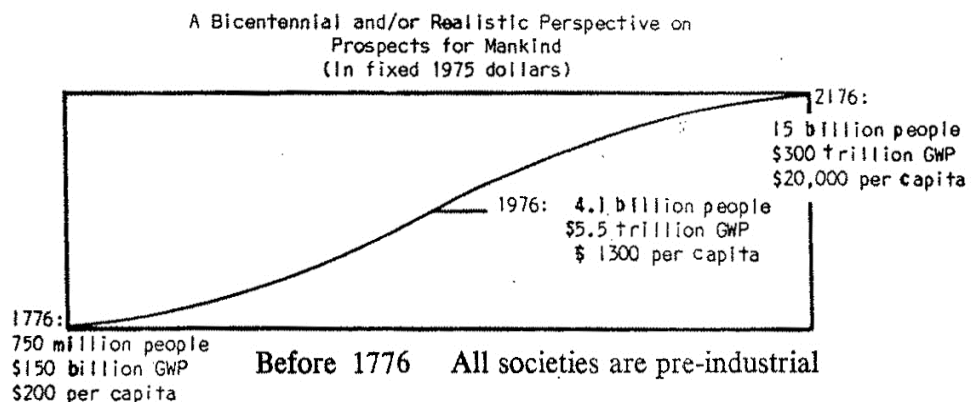
De veronderstelling is dat de toename van de werkgelegenheid identiek is aan de groei van de bevolking (zie tabel 2.1). De groei in de werkgelegenheid in de periode 2051 - 2100 varieert dus van -0.5% per jaar (laag scenario) tot 0.4% per jaar (hoog scenario). In lijn met Huizinga(2012) groeit de productie per gewerkt uur in Nederland vanaf 2012 tot 2100 met 1.2% (laag scenario) dan wel 2.1% (hoog scenario). De groei van het Bruto Binnenlands Product (BBP) is gelijk aan de groei van deze arbeidsproductiviteit plus die van de werkgelegenheid. Het BBP neemt dus toe met 0.7% per jaar (laag) en met 2.5% per jaar (hoog). De corresponderende ontwikkelingen voor het BBP per hoofd van de bevolking zijn dus $0.7+0.5=1.2\%$ (laag) en $2.5-0.4=2.2\%$ (hoog).

Bron: Huizinga en Folmer (2012)

⁴ TFP staat hier voor Total Factor Productivity ofwel arbeidsproductiviteit.

De aannames voor de economische groeiontwikkeling in de vigerende WLO en Deltascenario's gaan derhalve uit van een aanhoudende exponentiële groei van de arbeidsproductiviteit.

Niet iedereen is het eens met de gangbare opvatting van doorlopende exponentiële economische groei. Er is een onderstroom onder visionaire lange termijn denkers. Kahn et al. (1977, blz. 6) suggereerde dat economische groei een zeer lange termijn s-curve volgt die ongeveer 200 jaar geleden begonnen is en waarschijnlijk nog zo'n 200 jaar zal duren. Deze opvatting is weergegeven in figuur 7.



Opmerking: De bovenstaande figuur heeft betrekking op een conceptueel raamwerk. De aangegeven tijdsschaal op de assen loopt van het jaar 1776 tot het jaar 2176. De y-as heeft betrekking op de wereldbevolking, wereld BBP en gemiddelde BBP per wereldburger.

Bron: Kahn (1977, p.6)

Van Duijn⁵ (2007, p.198) gaat er eveneens vanuit dat economische groei een tijdelijk fenomeen is: *"We bewegen ons naar een toestand, waarin economische groei niet meer vanzelfsprekend zal zijn. Voor ons is dat iets nieuws, maar voor vorige generaties – de Nederlanders van de jaren vijftig van de twintigste eeuw en van alle eeuwen daarvoor – was economische groei ook nooit vanzelfsprekend. Wat dat betreft keren we terug naar historisch normalere tijden. Het groeitijdperk van de tweede helft van de twintigste eeuw was de uitzondering, niet de norm"*.

Gordon (2012) plaatst eveneens vraagtekens bij de gangbare opvatting dat de historische economische groei (van ongeveer 1.5 à 2.0%) in voorlopemde industriële landen zoals de Verenigde Staten) nog zeer lange tijd aan zal houden. Hij stelt dat het goed mogelijk is dat de groei van de economie van de Verenigde Staten (de leidende economie in de wereld) in de loop van de 21^{ste} eeuw af zal nemen tot een niveau van wellicht niet meer dan 0.2% aan het einde van de eeuw. Hij baseert zich hierbij op het feit dat de belangrijkste transitie uit de industriële revolutie steeds minder bijdragen aan de groei van de economie en dat nieuwere transities een veel kleiner effect op de groei hebben. In zijn ogen betekent dit eveneens een breuk met de hoge economische groei van de afgelopen 150 jaar.

⁵ Professor Jaap van Duijn maakte eveneens onderdeel uit van de Deltacommissie (2008).

Veel economen zijn het er inmiddels over eens dat het voor nieuwere sectoren in de economie (de dienstverlening) moeilijker is om verdere arbeidsproductiviteitsstijging te bewerkstelligen dan voor de oudere sectoren (industrie). Zo valt het voor een kapper niet mee om de productiviteit te verhogen terwijl dit in de chemische procesindustrie nog steeds wel goed mogelijk is. Als gevolg van de verschuiving van de oude naar de nieuwe economie zijn economen soms geneigd om voor de verre toekomst met lagere groeipercentages te rekenen.

In lijn met het gedachtegoed van lange termijn denkers zien wij economische groei eveneens als een transitiefenomeen. Hierbij doorloopt de economie een s-curve van grofweg ongeveer 400 jaar. Denkend vanuit dit paradigma is aanhoudende economische groei op zeer lange termijn niet langer houdbaar.

In het lopende promotieonderzoek naar de zeer lange termijn ontwikkeling van de Nederlandse vaarwegen en de publicatie van Van Dorsser et al. (2012) zijn daarom alternatieve ramingen gemaakt voor de ontwikkeling van de economische groei. Deze ramingen zijn eveneens gehanteerd bij het opstellen van de in dit rapport gepresenteerde transportramingen en wijken op termijn sterk af van de 1,2% en 2,1% groei van de arbeidsproductiviteit zoals verondersteld door het CPB.

3.3 Raming van de totale transportvraag

Bij het ramen van de ontwikkeling van de totale transportvraag hebben Van Dorsser et al. (2012) een nieuwe zeer lange termijn voorspelmethode ontwikkeld. Deze methode poogt zo goed mogelijk een probabilistische raming van de totale transportvraag in de Le-Havre – Hamburg Regio op te stellen⁶. De methode is gebaseerd op drie verschillende technieken.

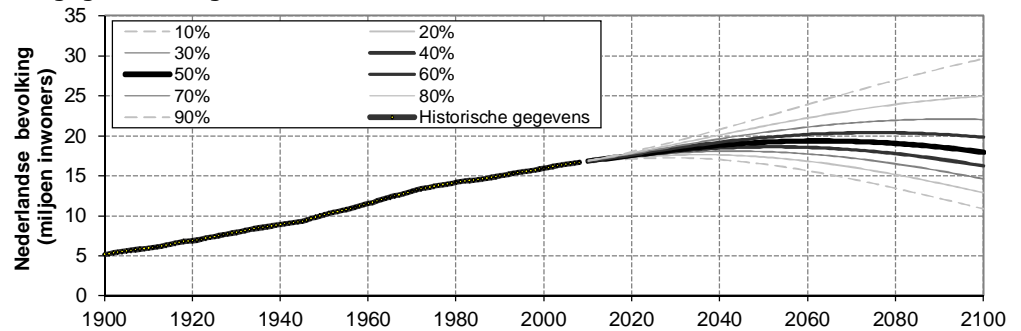
1. In eerste instantie wordt een probabilistische raming van de bevolking en de werkzame bevolking opgesteld. Het opstellen van deze ramingen gebeurt aan de hand van systeem dynamische modellen.
2. In tweede instantie wordt op basis van een zeer lange termijn trend analyse en '*expert judgement*' een raming gemaakt van de arbeidsproductiviteit per werkzaam hoofd van de bevolking. In combinatie met de ramingen van de werkzame bevolking levert dit een probabilistische raming van het BBP op.
3. In de laatste stap wordt de relatie tussen economische groei en transport gebruikt om de uiteindelijke raming van de totale transportvolumes op te stellen. Hierbij wordt rekening gehouden met de statistische onzekerheid van het verband tussen economische productie en transportvolumes.

De volgende paragrafen geven een korte beschrijving van de ramingen van de Nederlandse bevolking, het Nederlandse BBP en de doorvoer van de zeehavens in de LHR. De beschrijving van de ramingen is overgenomen uit Van Dorsser et al. (2012). Bij het opstellen van scenario's voor de ontwikkeling van de totale transportvraag is eveneens gebruik gemaakt van soortgelijke ramingen ten aanzien van de 'binnenlandse' West-Europese transportprestatie (totale prestatie in tonkilometers voor gecombineerd weg-, spoor- en binnenvaartvervoer) en de regionale transportprestatie van de kustvaart.

⁶ Een probabilistische raming is een raming die niet alleen de verwachte uitkomst, maar ook de betrouwbaarheidsintervallen hieromheen weergeeft.

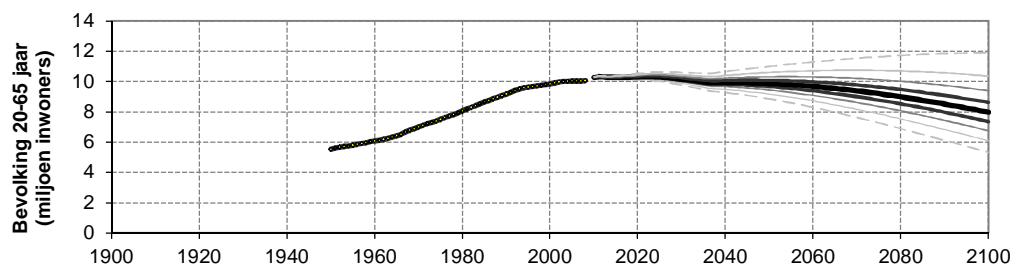
3.3.1 Bevolking en werkzame bevolking

De gehanteerde aannamen ten aanzien van de totale en werkzame bevolking zijn weergegeven in figuur 7 en 8.



Bron: Historische gegevens afkomstig van Maddison (2010) en CBS (2010)

Figuur 7: Probabilistische raming totale Nederlandse bevolking



Bron: Historische gegevens afkomstig van Maddison (2010) en CBS (2010)

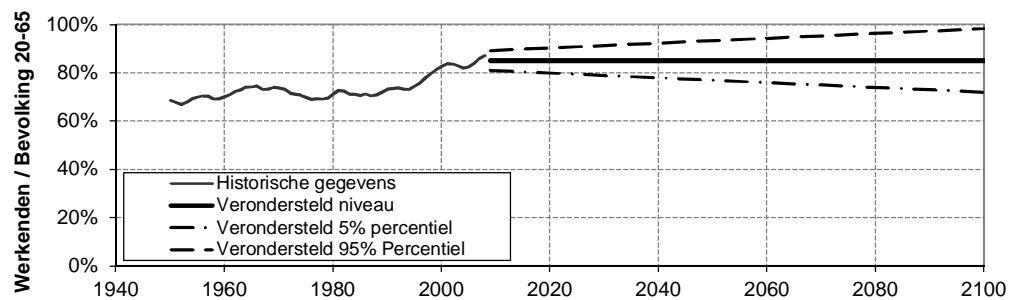
Figuur 8: Probabilistische raming bevolking op werkzame leeftijd

3.3.2 Raming van het bruto binnenlands product

De raming van het bruto binnenlands product hangt af van de volgende vier factoren:

1. De omvang van de bevolking in de werkzame leeftijd;
2. De werkzame fractie van de bevolking in de werkzame leeftijd;
3. Het aantal gewerkte uren per werkzaam hoofd van de bevolking per jaar;
4. De ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit per uur.

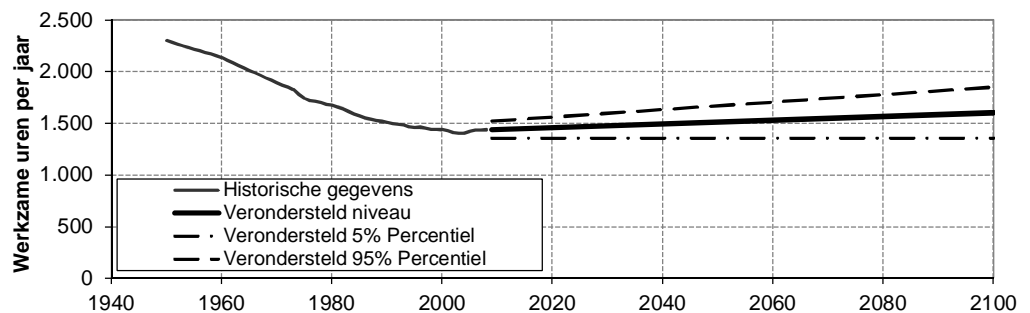
Voor de ontwikkeling van de omvang van de bevolking in de werkzame leeftijd zijn de ramingen reeds gepresenteerd in figuur 8. De aannamen ten aanzien van de werkzame fractie van de bevolking en het gewerkte aantal uren zijn weergegeven in figuur 9 en 10.



Bron: De Historische gegevens CBS (www.cbs.nl) en The Conference Board (2009).

Figuur 9: Werkzame fractie van bevolking in werkzame leeftijd

Ten aanzien van de werkzame fractie van de bevolking kan worden opgemerkt dat deze de afgelopen decennia al sterk opgelopen is door onder andere de toename van vrouwen in de arbeidsmarkt. Het kan daarom verondersteld worden dat het aandeel vanaf nu min of meer constant blijft. Wel bestaat de mogelijkheid dat toegenomen welvaart een verschuiving mogelijk maakt waarbij vrouwen (of mannen) weer meer voor het gezin gaan kiezen (eenverdieners). Daartegenover staat dat we langer door moeten werken wat de fractie werkzame mensen zal doen toenemen. Met beide trends is rekening gehouden bij het bepalen van de bandbreedte in figuur 9.



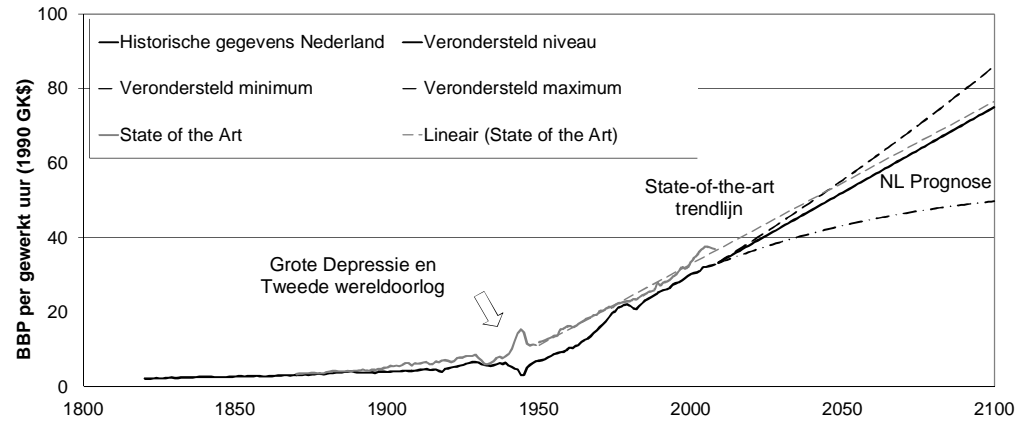
Bron: Historische gegevens van The Conference Board (2009).

Figuur 10: Gemiddeld aantal gewerkte uren per werknemer per jaar

De afgelopen decennia zijn we in Nederland aanzienlijk minder gaan werken. Voor een groot deel had dit te maken met de opkomst van tweeverdieners. Als gevolg van de vergrijzing zal de druk op de arbeidsmarkt in de toekomst echter weer toenemen. Vandaar dat een beperkte stijging verondersteld is.

De laatste aanname heeft betrekking op de arbeidsproductiviteit per gewerkt uur. Ten aanzien van deze ontwikkeling is een analyse uitgevoerd naar de zeer lange termijn trend van de Nederlandse arbeidsproductiviteit en de arbeidsproductiviteit in het meest ontwikkelde land ter wereld (hoogste output). Tot het einde van de 19^e eeuw had Nederland de hoogste arbeidsproductiviteit ter wereld. Daarna verloor zij haar leidende positie aan het Verenigd Koninkrijk en later de Verenigde Staten. In de tweede wereldoorlog stortte de arbeidsproductiviteit in maar daarna heeft de arbeidsproductiviteit in Nederland zich weer hersteld en beweegt zij zich richting de

'state-of-the-art' lijn. Op dit moment komen we goed mee met de wereldtop (zie figuur 11).



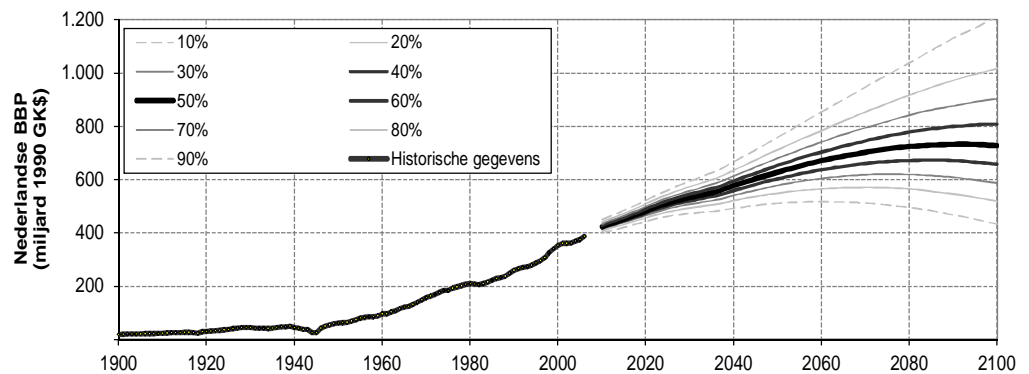
Bron: De Historische gegevens CBS (www.cbs.nl) en The Conference Board (2009).

Figuur 11: Aanname voor ontwikkeling arbeidsproductiviteit

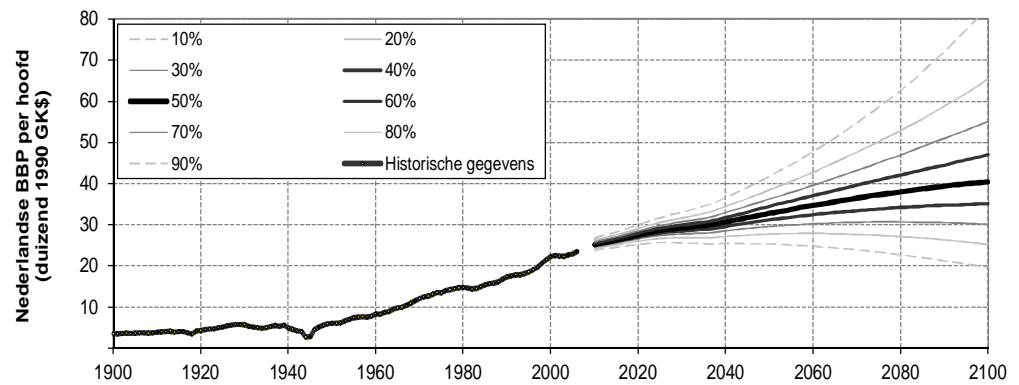
De arbeidsproductiviteit is in figuur 11 uitgedrukt in 1990 GK\$ per gewerkt uur. De eenheid 1990 GK\$ is een maat voor de reële omvang van de arbeidsproductiviteit. Deze maat is gehanteerd in overeenstemming met de beschikbare gegevens van The Conference Board. Het gebruik van deze eenheid is equivalent aan het gebruik van (reële) Euro's van een bepaald basisjaar, b.v. Euro's van het jaar 2000. Wij zijn van mening dat de 'state-of-the-art' lijn een s-curve doorloopt die gerelateerd is aan de industriële revolutie (in de periode 1800-2000) en de kennisrevolutie (periode 2000-2200??). Kenmerkend voor een s-curve is dat zij aanvankelijk exponentiële groei vertoont, rond het buigpunt een lineaire groei kent en uiteindelijk een afnemende absolute groei doormaakt.

Het fitten van s-curves voor het opstellen van ramingen blijft koffiedik kijken. Een redelijke inschatting van het verloop van een s-curve kan immers pas gemaakt worden als het buigpunt van de curve ruimschoots is gepasseerd. S-curves zijn derhalve uitstekend geschikt om historische ontwikkelingen in kaart te brengen, maar kunnen niet goed op voorhand worden geraamd. Om discussie over het verloop van de s-curve te vermijden hebben we gekeken naar de naoorlogse trend (periode van ongeveer één Kondratieff golf). Wij zijn van mening dat deze trend het beste door een rechte lijn weergegeven kan worden. Impliciet wordt hiermee een afnemende relatieve economische groei verondersteld.

In lijn met de bespreking van Van Dorsser et al. (2012) veronderstellen wij dat de groei van de naoorlogse arbeidsproductiviteit lineair doorgetrokken kan worden. Bij het bepalen van de bandbreedte is verondersteld dat het op zich mogelijk moet zijn om de 'state-of-the-art' lijn naar boven af te buigen, maar dat dit veel moeizamer zal gaan dan een terugval ten aanzien van deze trend. Als zodanig is een bandbreedte verondersteld die tot 15% hoger of 30% lager dan de gemiddelde trend uit kan vallen. Over deze bandbreedte is een driehoeksverdeling aangenomen. Op basis van simulatie met de beschreven aannamen ten aanzien van bevolking, arbeidsparticipatie, werkzame uren en arbeidsproductiviteit zijn voor Nederland alternatieve probabilistische BBP prognoses opgesteld. De resultaten van deze prognoses zijn weergegeven in figuur 12 en 13.



Figuur 12: Ontwikkeling Nederlands bruto binnenlands product



Figuur 13: Ontwikkeling Nederlands BBP per hoofd v.d. bevolking

Uit figuur 12 kan worden opgemaakt dat de economie nog geruime tijd zal blijven groeien, maar wel in een tempo dat langzamer is dan het de afgelopen eeuw geweest is. Ook bestaat de mogelijkheid dat de economische productie richting het einde van de eeuw zal stabiliseren of zelfs zal gaan dalen. Figuur 13 toont dat de groei per hoofd van de bevolking nog geruime tijd gestaagd zal doorzetten. Dit mede als gevolg van de verwachte krimp van de totale bevolking⁷.

⁷ NB: opgemerkt moet worden dat in de oorspronkelijke publicatie per ongeluk de foutieve eenheid miljoen Euro's vermeld is i.p.v. biljoen 1990 GK\$. Ook de BBP per capita getallen waren hier met een verkeerde eenheid in de grafiek weergegeven. Deze fout is in dit document hersteld.

Vergelijk met vigerende aannamen van CPB t.b.v. Deltascenario's

Het is belangrijk om de in figuur 11 en 12 veronderstelde trends in het perspectief van de vigerende scenario's te plaatsen. De door ons veronderstelde arbeidsproductiviteit bedraagt 52 GK\$/uur⁸ in 2050 en 75 GK\$/uur in 2100 in het mediane scenario. Als uitgegaan wordt van de vigerende WLO/Delta scenario's moet echter gerekend worden met een arbeidsproductiviteitsgroei van 1,2% dan wel 2,1% per jaar vanaf het basisjaar 2011 (zie tabel 1). Voor Nederland bedroeg de arbeidsproductiviteit in 2011 zo'n 34,6 GK\$/uur⁹. Op basis hiervan komt de totale arbeidsproductiviteit uit op respectievelijk 55 en 78 GK\$ in het jaar 2050 en op 100 en 220 GK\$ in het jaar 2100. Hiermee ligt de veronderstelde arbeidsproductiviteit in het lage scenario al ver boven de verwachte productiviteit in onze mediane raming (zie figuur 11). Als we het gemiddelde van beide scenario's vergelijken met onze mediane raming dan liggen de waarden respectievelijk 28% en 113% (factor 2,13) hoger. Met name op de zeer lange termijn worden de verschillen tussen deze ramingen derhalve extreem groot.

Als we de groei van het uiteindelijke BBP vergelijken met de verwachte groei in de Deltascenario's dan kan een soortgelijke conclusie worden getrokken. Voor 2011 bedraagt de economische output in GK\$ zo'n 411 miljard GK\$. Als we de in tabel 1 gerapporteerde groeipercentages toepassen resulteert een output van 606 – 1.119 miljard GK\$ in 2050 en 859 – 3.845 miljard GK\$ in 2100. Dit betekent een groei met een factor 1,5 tot 2,7 van 2011 tot 2050 en 2,1 tot 9,4 van 2011 tot 2100. Ter vergelijking, in onze 80% betrouwbaarheidsintervallen gaan we uit van een groei met een factor 1,2 tot 1,8 van 2011 tot 2050 en 1,1 tot 3,0 van 2011 tot 2100. Concreet betekent dit dat de scenario's van het CPB ongeveer 25% tot 50% hoger uitvallen in 2050 en ongeveer 100% tot 200% hoger uitvallen in het jaar 2100.

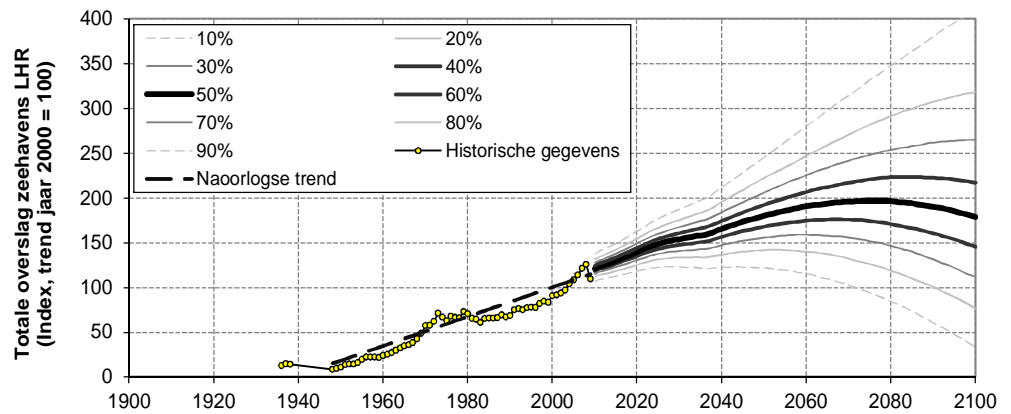
Het mag duidelijk zijn dat dergelijke enorme verschillen in opvatting over economische groei middels de directe relatie tussen het BBP en de vraag naar goederenvervoer ook zullen leiden tot zeer grote verschillen in transportramingen. Als de verschillen niet zo groot zouden zijn geweest hadden we omwille van de consistentie van de scenario's er nog voor kunnen kiezen om de transportscenario's recht te trekken door een hogere mate van ontkoppeling tussen economische groei en de groei van het transport te veronderstellen (wij hebben vernomen dat dergelijke ingrepen in het verleden al eens eerder zijn toegepast voor ramingen met een horizon van 20 tot 30 jaar). Gezien de extreme verschillen die bij een langere tijdshorizon ontstaan vinden wij deze benadering niet langer gepast. Dit betekent dat we bij het bepalen van de zeer lange termijn transportscenario's de harde koppeling tussen de economische productie (zoals verondersteld door het CPB) en de groei van de transportvolumes los zullen laten. Voor het bepalen van de transportvolumes in de transportscenario's zal uitgegaan worden van de in dit hoofdstuk geschetste alternatieve probabilistische ramingen. Wel worden de hoge en lage transport ramingen uiteindelijk weer aan de hoge en lage economische groei scenario's van het Deltaprogramma gekoppeld.

⁸ Dit is een iets andere eenheid voor geld dan de gebruikelijke Euro of Dollar (in constante prijzen van een bepaald basisjaar) die betrekking heeft op de reële waarde uitgedrukt in eenheden van het jaar 1990.

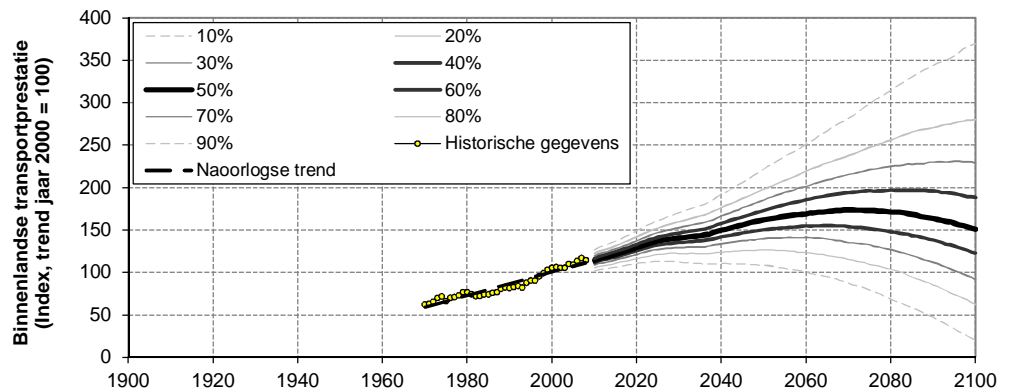
⁹ Gegevens afkomstig van de 'Total Economy Database' van 'The Conference Board' (http://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=TEDI_Jan20121.xls&type=subsite).

3.3.3 *Ontwikkeling van de totale transportvraag*

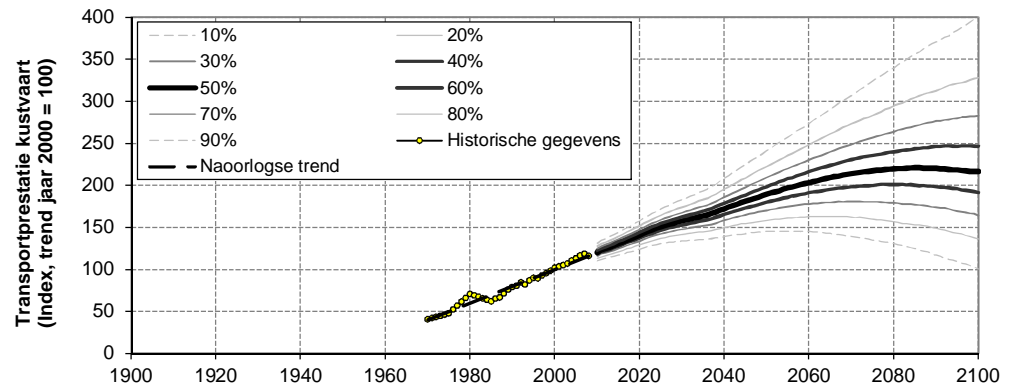
De raming van de totale transportvraag is gebaseerd op de relatie tussen de groei van het BBP en het totale transportvolume. Hiervoor is naast de raming voor de totale doorvoer in de zeehavens van de Le-Havre – Hamburg Regio ook een gelijksoortige raming van de totale hoeveelheid binnenlands transport (in tkm) en de hoeveelheid transport met de kustvaart (in tkm) in de West-Europese regio (Nederland, België, Luxemburg, Duitsland en Frankrijk) gemaakt. De resultaten zijn weergegeven in figuur 14 t/m 16.



Figuur 14: Totale overslag zeehavens LHR (tonnen overslag)

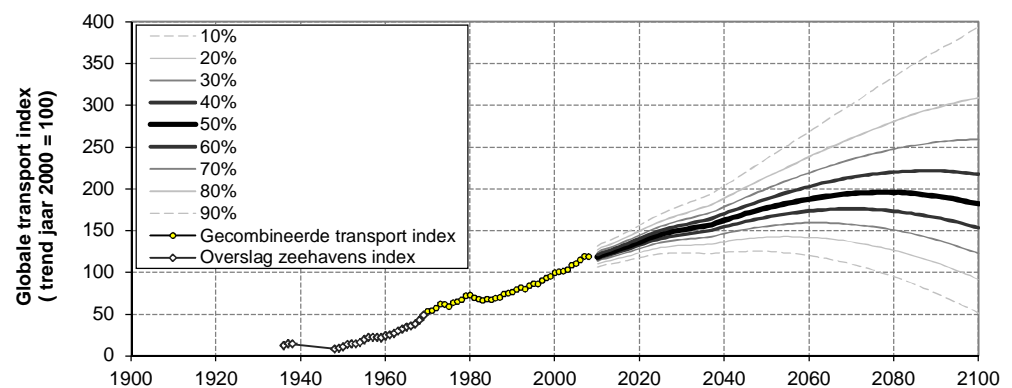


Figuur 15: Totale transportprestatie binnenland vervoer (tkm)



Figuur 16: Totale transportprestatie kustvaart (tkm)

Voor een goede vergelijkbaarheid zijn de ramingen uitgezet als een index van de trend in het jaar 2000. Opvallend genoeg vertonen alle drie de ramingen een sterke gelijkenis. De verschillen tussen de voorspellingen zijn dermate klein (in vergelijking met de onzekerheden van de voorspelling zelf) dat wij het niet gepast vinden om ze elk een onderscheidend vermogen toe te kennen. Vandaar dat wij ervoor gekozen hebben ze samen te voegen in een soort algemene transportindex die aangeeft hoe de groei van de transportvolumes in grote lijnen verwacht kan worden zich te ontwikkelen. De uiteindelijke prognose voor de ontwikkeling van deze totale transportindex is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17: Ontwikkeling globale transportindex voor West-Europa

Bij het kwantificeren van de scenario's zal bij de ontwikkeling van de zeehavens uit gegaan worden van de probabilistische raming van de zeehavens zoals weergegeven in figuur 14. Ten aanzien van het ramen van de binnenlandse (Europese continentale) vervoersvolumes zal uitgaan worden van de raming in figuur 17.

De uitkomsten van deze scenario's moeten echter wel in perspectief worden gezien van de door ons gehanteerde opvattingen en aannamen ten aanzien van de economische groei. Als uitgegaan zou worden van de in de Deltascenario's gehanteerde groeivoorspellingen voor het BBP zouden we voor het jaar 2100 vermoedelijk een 2 tot 3 maal hogere raming vinden dan nu het geval is.

4 Effecten klimaatverandering en bodemdaling

Van alle transportmodaliteiten is de scheepvaart (in het bijzonder de binnenvaart) het meest gevoelig voor de effecten van klimaatverandering. Zo zijn achter een stormvloedkering gelegen havengebieden bij extreme weersomstandigheden niet langer bereikbaar (tenzij er sluiscapaciteit geboden wordt). Ook heeft de grotere variatie in rivierafvoeren grote gevolgen bij zowel extreem hoog als extreem laag water. In het slechtste geval is de Rijn in het jaar 2100 enkele maanden per jaar onbevaarbaar. Tenslotte speelt bodemdaling ook een belangrijke rol. Door bodemdaling kunnen op sommige plaatsen natuurlijke drempels ontstaan die de beschikbare waterdiepte voor de binnenvaart nadelig beïnvloeden.

4.1 Effecten van klimaatverandering

4.1.1 Beschikbare klimaatscenario's

Na de hoog water afvoeren van 1993 en 1995 ontstond er bij de Nederlandse waterbeheerders een zekere noodzaak om de gevolgen van zeespiegelstijging en grotere variatie in de afvoer van rivieren in kaart te brengen. Als een eerste aanzet hiertoe ontwikkelde het KNMI in 2006 een aantal klimaatscenario's (Van den Hurk et al., 2006). De globale beschrijving van deze scenario's is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Overzicht KNMI'06 Klimaatscenario's

Scenario	2050 G	2100 G	2050 W	2100 W	2050 G+	2100 G+	2050 W+	2100 W+
Wereldwijde temperatuurstijging		+2°C	+2°C	+4°C	+1°C	+2°C	+2°C	+4°C
Verandering in luchtstromingspatronen in West Europa		nee	nee	nee	ja	ja	ja	ja
Winter								
gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,8°C	+1,8°C	+3,6°C	+1,1°C	+2,3°C	+2,3°C	+4,6°C
koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+2,1°C	+2,1°C	+4,2°C	+1,5°C	+2,9°C	+2,9°C	+5,8°C
gemiddelde neerslaghoeveelheid	0,04	0,07	0,07	0,14	0,07	0,14	0,14	0,28
aantal natte dagen (≥0,1 mm)	0	0	0	0	0,01	0,02	0,02	0,04
10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	0,04	0,08	0,08	0,16	0,06	0,12	0,12	0,24
hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	0	-0,01	-0,01	-0,02	0,02	0,04	0,04	0,08
Zomer								
gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,7°C	+1,7°C	+3,4°C	+1,4°C	+2,8°C	+2,8°C	+5,6°C
warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+2,1°C	+2,1°C	+4,2°C	+1,9°C	+3,8°C	+3,8°C	+7,6°C
gemiddelde neerslaghoeveelheid	0,03	0,06	0,06	0,12	-0,1	-0,19	-0,19	-0,38
aantal natte dagen (≥0,1 mm)	-0,02	-0,03	-0,03	-0,06	-0,1	-0,19	-0,19	-0,38
dagsom van de neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	0,13	0,27	0,27	0,54	0,05	0,1	0,1	0,2
potentiele verdamping	0,03	0,07	0,07	0,14	0,08	0,15	0,15	0,3
Zeespiegel								
absolute stijging	15-25 cm	35-60 cm	20-35 cm	40-85 cm	15-25 cm	35-60 cm	20-35 cm	40-85 cm

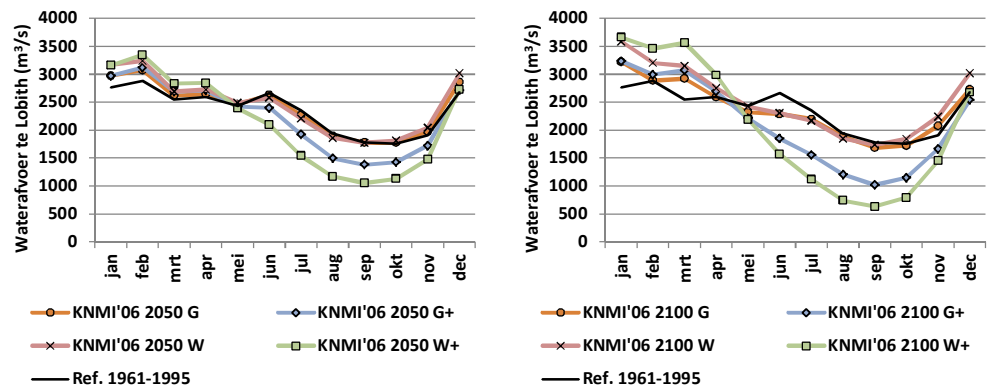
* de KNMI'06 scenario's beschrijven de situatie ten opzichte van het jaar 1990.
Bron: <http://www.knmi.nl/climatescenarios/knmi06/index.php> (bezoekt, 2011)

De Deltacommissie (2008) nam de bovenstaande scenario's in grote lijnen over, maar paste de effecten van de stijging in de zeespiegel aan op basis van de bevindingen uit het vierde IPCC (2007) rapport. Voor 2050 werden gelijke waarden gehanteerd, maar voor 2100 gingen ze uit van een 0,65 tot 1,30 meter hogere zeespiegel. Voor het jaar 2200 werd zelfs uitgegaan van een stijging met 2 tot 4 meter. Belangrijk is dat het hierbij gaat om een bovengrens aan de mogelijke ontwikkelingen (waar we nog rekening mee moeten houden) en niet om een verwachtingswaarde. De huidige Deltascenario's gaan daarom nu toch weer uit van de oorspronkelijke door het KNMI verwachtte zeespiegelstijging uit tabel 2.

4.1.2

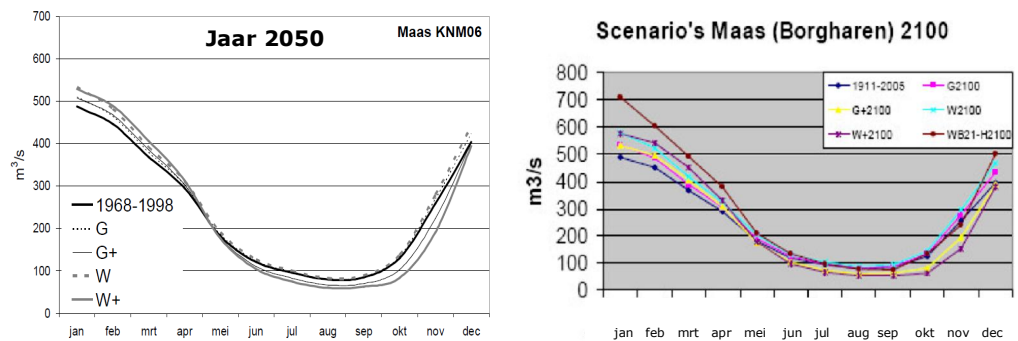
Effect op de bevaarbaarheid van de rivieren

De effecten van klimaatverandering zijn zondermeer het grootste op ongestuwde rivieren zoals de Rijn en de Gelderse IJssel. Op gestuwde rivieren zoals de Maas worden de effecten gedempt en zijn zij dus beperkter van aard. De kleinste effecten treden op bij de kanalen. Om inzicht te krijgen in de orde van grootte van de effecten voor de scheepvaart zijn de KNMI'06 scenario's in eerste instantie vertaald in gegevens over de verwachte waterafvoer van de rivieren. Beschikbare gegevens voor de Rijn ter hoogte van Lobith en de Maas ter hoogte van Borgharen zijn weergegeven in Figuur 18 en 19.



Bron: Data afkomstig van Linde (2007, p.65) en Turpijn et al. (2011, p.29)

Figuur 18: Afvoer Rijn te Lobith voor het jaar 2050 en 2100



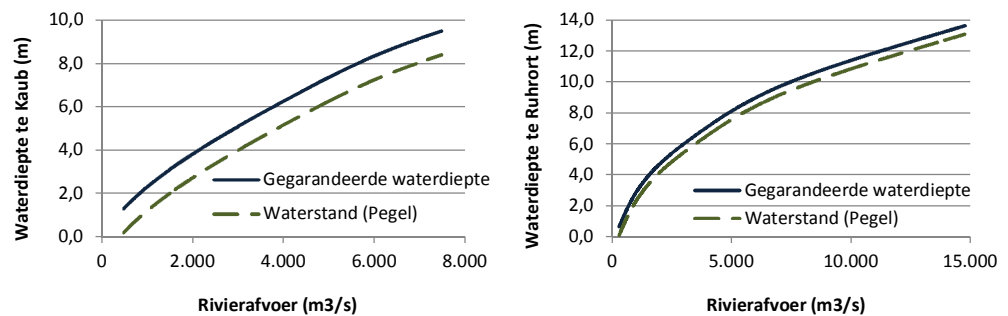
Bron: Wit et al. (2008, p.18) op basis van Linde (2006), Turpijn et al. (2011, p.29).

Figuur 19: Afvoer Maas te Borgharen voor het jaar 2050 en 2100

Op basis van de beschikbare afvoergegevens kan worden geconcludeerd dat de effecten op de ongestuwde Rijn inderdaad veel groter zijn dan op de gestuwde Maas. In eerste instantie zal dan ook voornamelijk naar de effecten op de Rijn gekeken moeten worden. Eveneens kunnen er grote effecten op de Gelderse IJssel opreden maar daarvan zijn helaas geen gegevens beschikbaar.

De voornaamste effecten treden op in de "+"-scenario's die gekenmerkt worden door een verandering in de atmosferische circulatiepatronen. Bij een uitblijvende verandering van de luchtcirculatie blijven de gevolgen voor de binnenvaart beperkt.

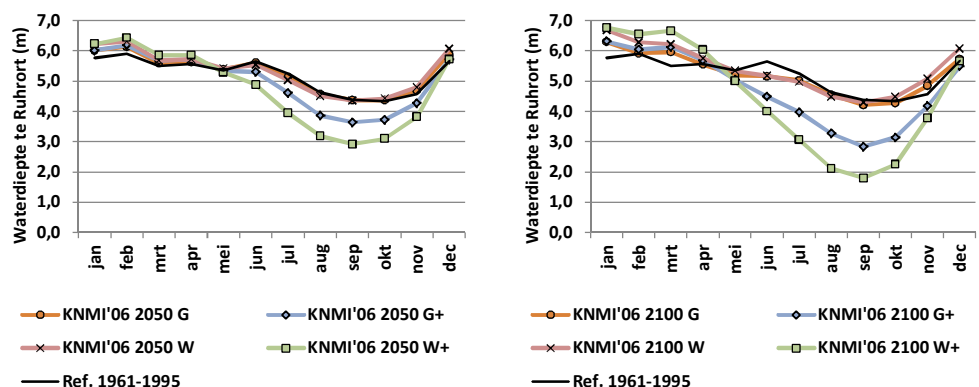
Om de gevolgen van de veranderingen in waterafvoer voor de scheepvaart inzichtelijk te maken is het allereerst zaak om de rivierafvoeren te vertalen naar beschikbare waterstanden. Hiervoor is voor twee representatieve waterwegsecties bij Ruhrort (Duisburg) en Kaub een vertaalslag gemaakt. Het hierbij gehanteerde verband is weergegeven in figuur 20.



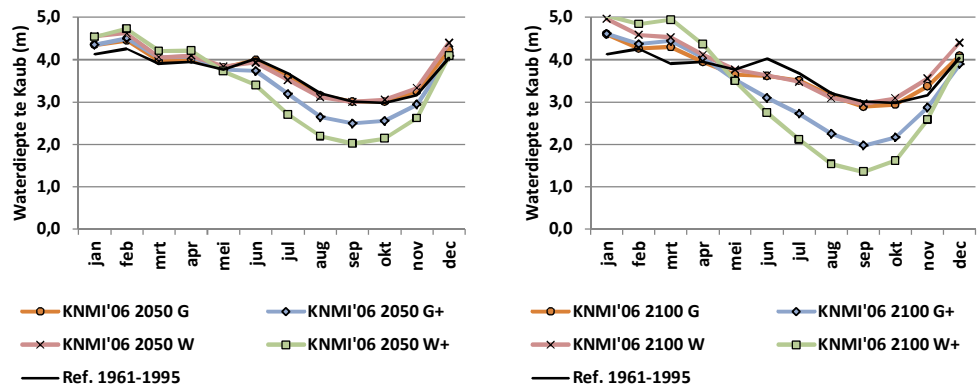
Bron: H. Verheij (contact December 2011), Informatie Binnenvaart (2011)

Figuur 20: Relatie waterdiepte en rivierafvoer voor Kaub en Ruhrort

Om een vertaalslag te kunnen maken naar de waterdiepte bij Kaub en Ruhrort moest eerst inzicht worden verkregen in de verwachte waterafvoer (die alleen voor Lobith bekend is). Aangezien Ruhrort vlak boven Lobith ligt en er hier geen noemenswaardige riviertakken bij komen is verondersteld dat de afvoer bij Ruhrort gelijk is aan die bij Lobith. Voor Kaub was het echter wel noodzakelijk om een correctie uit te voeren voor de afvoer van de Moezel. Volgens Linde (2011, p.29) bedraagt de afvoer bij Lobith gemiddeld 2206 m³/s. De gemiddelde afvoer bij Kaub kan worden geschat door de afvoer van de Moezel (334 m³/s) af te trekken van de afvoer bij Andernach (2116 m³/s). Op basis hiervan resulteert een gemiddelde afvoer van 1782 m³/s voor Kaub. Dit is te vertalen in een afvoer van 81% van de afvoer te Lobith die wel bekend is. Op basis van de bovenstaande aannamen en verbanden is de gemiddelde waterdiepte bij Ruhrort en Kaub bepaald voor de jaren 2050 en 2100. De uitkomst van deze berekening is weergegeven in figuur 21 en 22.



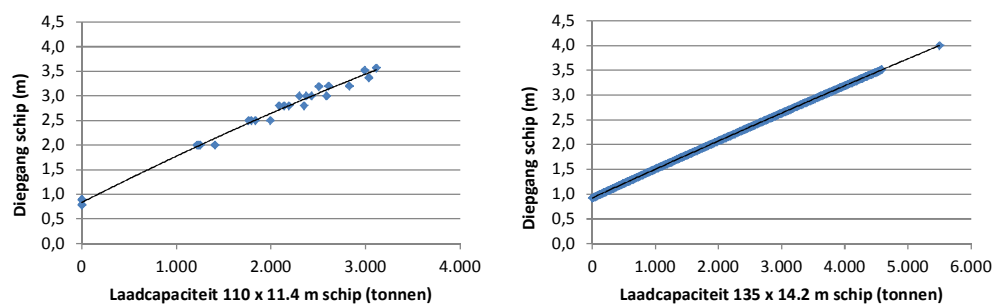
Figuur 21: Geschatte waterstanden te Ruhrort voor 2050 en 2100



Figuur 22: Geschatte waterstanden te Kaub voor 2050 en 2100

Op basis van de gegevens in figuur 21 en 22 kan worden opgemerkt dat de effecten voor de scheepvaart in het jaar 2050 nog te overzien zijn. Uitgaande van een minimale belading op 1,6 meter en ongeveer 0,3 meter vrije ruimte onder het schip blijft het in elk geval mogelijk om (zij het met sterk gereduceerde capaciteit) goederen over de Rijn te vervoeren. Voor het jaar 2100 is dit in het meest extreme W+ scenario niet langer het geval. Gedurende de maanden juli t/m oktober zal de Rijn niet (of nauwelijks) meer bevaarbaar zijn voor standaard Rijnschepen. Dit heeft zeer verstrekende gevolgen voor de gehele binnenvaart.

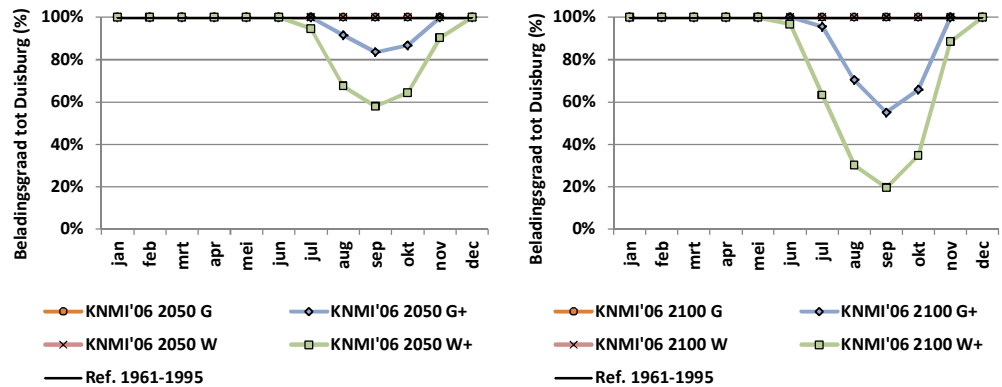
Om de omvang van de effecten inzichtelijk te maken kan worden gekeken naar de beladingsmogelijkheden voor representatieve schepen. Voor Kaub is hiervoor uitgegaan van een standaard Rijnschip met een afmeting van 110 x 11,45 meter en een geijkte diepgang van 3,5 meter. Voor Ruhrort zijn we uitgegaan van een groter schip van 135 x 14,20 meter met een geijkte diepgang van 3,8 meter. De beladingskromme van dergelijke schepen is weergegeven in figuur 23.



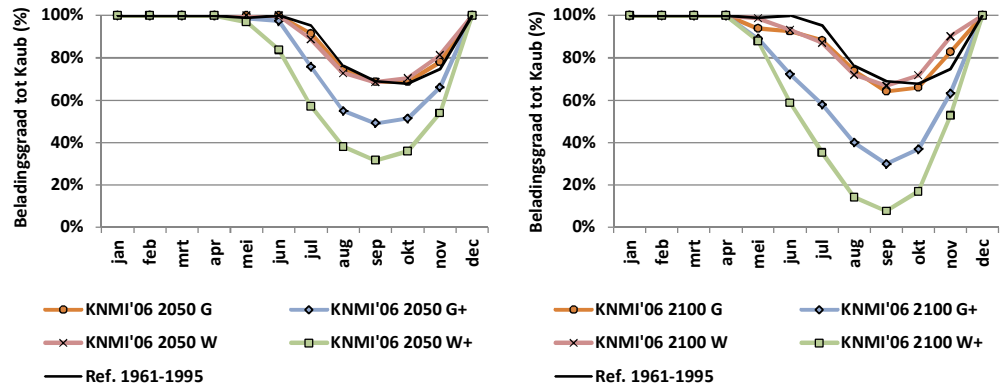
Bron: Gegevens opgevraagd bij diverse binnenvaartschepen

Figuur 23: Beladingskromme representatieve Rijnschepen

Door de beladingskromme te koppelen aan de beschikbare waterstanden en eveneens rekening te houden met een vrije ruimte onder het vlak van het schip van 30 centimeter kan inzicht verschaft worden in het verlies van laadcapaciteit over het jaar. De resultaten voor Ruhrort en Kaub zijn weergegeven in figuur 24 en 25.



Figuur 24: Maximale beladingsgraad tot Duisburg (Ruhrort)



Figuur 25: Maximale beladingsgraad tot Kaub

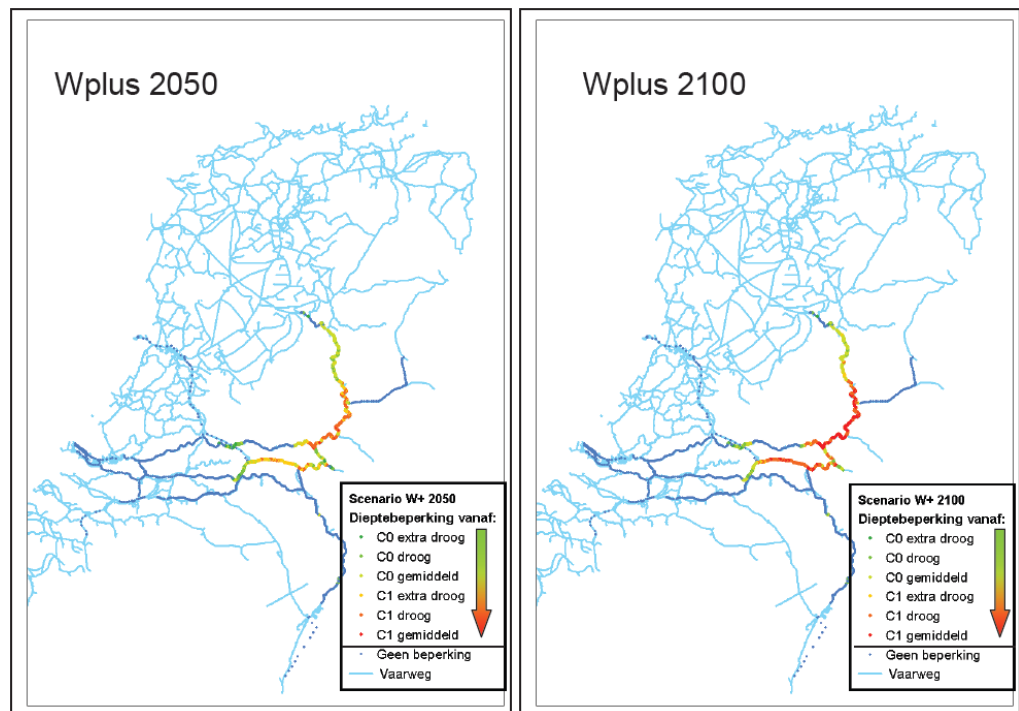
Door de nieuwe situatie te vergelijken met het basisjaar 1995 kan inzicht verkregen worden in de orde van grootte van het verlies aan capaciteit en derhalve de stijging van de transportkosten. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Effect klimaatverandering op bevaarbaarheid van de Rijn

Scenario \ Issue	Afname door bodemdaling	Maximale beladingsgraad			Effect klimaatverandering		
		Ruhrort	Kaub	Gem.	Ruhrort	Kaub	Gem.
- Ref. 1961 - 1995	n.v.t.	100%	90%	95%	0%	0%	0%
- KNMI'06 - 2050 G	n.v.t.	100%	90%	95%	0%	0%	0%
- KNMI'06 - 2050 G+	n.v.t.	97%	83%	90%	-3%	-8%	-6%
- KNMI'06 - 2050 W	n.v.t.	100%	90%	95%	0%	0%	0%
- KNMI'06 - 2050 W+	n.v.t.	90%	75%	82%	-10%	-17%	-14%
- KNMI'06 - 2100 G	n.v.t.	100%	88%	94%	0%	-2%	-1%
- KNMI'06 - 2100 G+	n.v.t.	91%	74%	82%	-9%	-18%	-13%
- KNMI'06 - 2100 W	n.v.t.	100%	90%	95%	0%	0%	0%
- KNMI'06 - 2100 W+	n.v.t.	78%	64%	71%	-22%	-29%	-25%

De resultaten hebben betrekking op de gemiddelde vervoersvolumes over het jaar. In het slechtste W+ scenario neemt de maximale capaciteit gemiddeld met 14% af in 2050 en met 25% af in 2100.

Enkele studies van Deltares maken voor Nederland inzichtelijk waar de effecten van laag water op de aflaaddiepte zich manifesteren. Deze meest kritische gebieden worden inzichtelijk gemaakt in figuur 26. De effecten van bodemdaling zijn in dit figuur nog niet opgenomen.



Bron: Deltares, presentatie: Zoetwatervoorziening in Nederland Knelpunten Scheepvaart, Robin van der Sligte en Henk Verheij, 14 februari 2012, Utrecht.

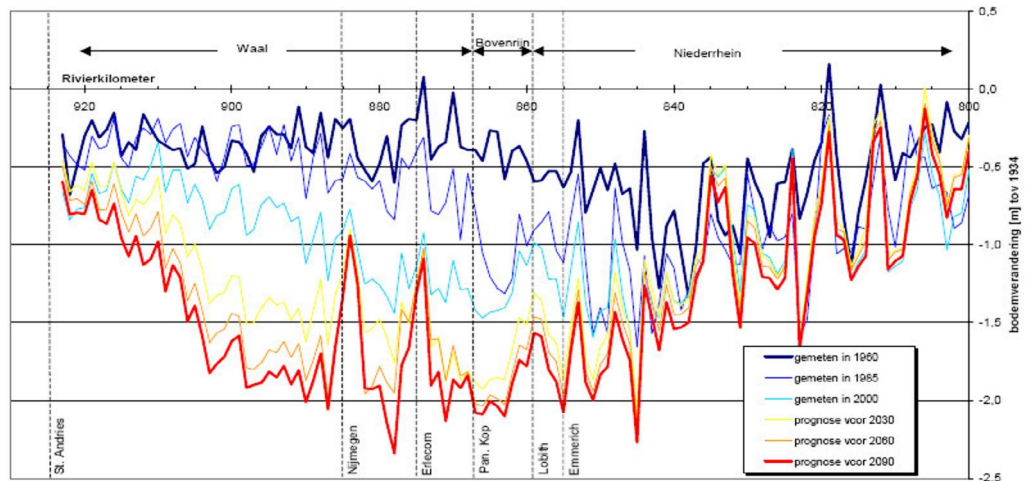
Figuur 26: Gevolgen klimaatverandering op aflaaddiepte

Uit figuur 26 komt nadrukkelijk naar voren dat de grootste problemen zich voordoen op de Boven-IJssel, maar grote problemen kunnen ook worden verwacht op het Pannerdensch Kanaal, de Beneden-IJssel, de Waal en het ongestuwde deel van de Neder-Rijn.

4.2 Effecten van bodemdaling

Naast klimaatverandering speelt er ook nog een probleem met bodemdaling. Havinga (2012, p.14) schrijft hierover dat *"De voortgaande bodemerosie in de Bovenrijn en Waal (tussen 10 en 20 millimeter jaarlijks) zet zich voort. Dat heeft recentelijk al geleid tot geringere vaardieptes op de vaste bodemconstructie bij Nijmegen en het niet kunnen baggeren boven een hoog liggende kruisende leiding. Bij ongewijzigd beleid zal de bodemerosie op veel meer plaatsen leiden tot onvoldoende vaardiepte, problemen voor de waterhuishouding, ondermijning van oevers, kribben en brugpijlers en bedreiging van kruisende kabels en leidingen. Vaste lagen in zowel Nederland als Duitsland, die zijn aangelegd om de scheepvaartgeul te verruimen, zullen te hoog komen te liggen en nieuwe belemmeringen voor de scheepvaart vormen. In het DVR project [HKV 1997] is aangegeven dat deze daling zonder ingrijpen nog zeker 80 jaar doorgaat. Het huidige beheer (baggeren en terugstorten) houdt weliswaar de beoogde vaargeul in*

stand, maar het stopt niet de bodemerisatie, zodat de vaardiepte boven vaste bodemconstructies in Nederland en Duitsland (verder) wordt beperkt. Deze knelpunten in de vaarweg worden nog nijpender, omdat door de klimaatverandering lage afvoeren en bijbehorende geringe vaardieptes vaker zullen voorkomen (vergelijkbaar met de situatie mei, juni 2011)". Een indicatie van het verschil in bodemdaling is weergegeven in figuur 27.



Bron: Turpijn et al. (2011, p.46), oorspronkelijk afkomstig van DVR.

Figuur 27: Effect bodemdaling in op de Neder-Rijn

4.3

Gecombineerd effect klimaatverandering en bodemdaling

Havinga (2012) stelt dat bodemdaling zich één op één vertaalt in een afname van de waterdiepte. Op basis van een vergelijking tussen de gemeten OLR (overeengekomen laagste rivierstand) in 2002 en de prognose van de OLR voor 2032 verwacht hij over deze periode een diepte vermindering van 50 tot 60 cm ter plaatse van Emmerich (locatie net over de grens bij Lobith die maatgevend is voor het internationale transport richting het Ruhrgebied). Uit figuur 27 kan worden opgemaakt dat de verdere bodemdaling tot 2080 veel beperkter van omvang is. Voor Ruhrort gaan wij daarom bij ongewijzigd beleid uit van een bodemdaling van ca. 50 cm in 2050 en ca. 60 cm in 2100 ten opzichte van het jaar 2000 (begin van de eeuw). Tabel 4 geeft de gecombineerde effecten van de bodemdaling en klimaatverandering weer.

Tabel 4: Effect klimaatverandering en bodemdaling tot Ruhrort

Scenario \ Issue	Afname door bodemdaling	Maximale belading op Ruhrort		Effect klimaat en bodem	
		zonder daling	met daling	zonder daling	met daling
- Ref. 1961 - 1995	0 cm	100%	100%	0%	0%
- KNMI'06 - 2050 G	50 cm	100%	99%	0%	-1%
- KNMI'06 - 2050 G+	50 cm	97%	91%	-3%	-9%
- KNMI'06 - 2050 W	50 cm	100%	99%	0%	-1%
- KNMI'06 - 2050 W+	50 cm	90%	82%	-10%	-18%
- KNMI'06 - 2100 G	60 cm	100%	97%	0%	-3%
- KNMI'06 - 2100 G+	60 cm	91%	81%	-9%	-19%
- KNMI'06 - 2100 W	60 cm	100%	97%	0%	-3%
- KNMI'06 - 2100 W+	60 cm	78%	67%	-22%	-33%

Uit tabel 4 kan worden opgemerkt dat de effecten van klimaatverandering in combinatie met bodemdaling nog veel ongunstiger uitvallen. Als gevolg van de additionele effecten van bodemdaling stijgt de maximale capaciteitsvermindering in het W+ scenario met 44% (van 10% tot 18%) in het jaar 2050 en met 50% (van 22% tot 33%) in het jaar 2100.

4.4 Effecten van een hoge waterafvoer op de binnenvaart

Naast beperkingen door een lage waterafvoer kunnen er ook beperkingen door een zeer hoge waterafvoer optreden. Hierbij kan zowel worden gedacht aan de verminderde beschikbare doorvaarthoogte onder bruggen als het stilleggen van het scheepvaartverkeer uit het oogpunt van veiligheid (bijvoorbeeld bij instabiliteit van dijken of overstromingsgevaar van kaden).

4.4.1 Effecten hoog water op containervaart

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijke gevolgen van hoog water op de containerbinnenvaart kan worden gekeken naar de beschikbare brughoogte op de voornaamste vaarwegen alsmede de benodigde hoogte van een binnenvaartschip. Ten aanzien van het jaar 2100 zijn hiervan nog geen berekeningen beschikbaar. Turpijn (2011) heeft wel gekeken naar de minimaal beschikbare brughoogte in het gemiddelde droge jaar 2004. Op basis van deze gegevens is toen ook een inschatting gemaakt voor de minimaal beschikbare brughoogte in de W en W+ scenario's voor het jaar 2050. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Laagste beschikbare hoogte van bruggen

Laagste hoogte	2004	2050 W	2050 W+
Waal	15.15	14.59	14.54
Neder-Rijn/Lek	12.04	11.54	11.49
Rotterdam*	11.89	11.53	11.53
Moerdijk	9.53	9.24	9.24
Gelderse IJssel	8.68	8.37	8.35

* De bruggen in Rotterdam kunnen in principe geopend worden.

Bron: Turpijn et al. (2011, p.74 en p.75)

Om na te gaan wat de effecten van hoog water zijn op de belading van een standaard rijnschip (110 x 11,45) is navraag gedaan over de beschikbare ballastcapaciteit en vereiste hoogte. Lang niet alle schepen zijn voorzien van de mogelijkheid om te ballasten. Als dit wel het geval is dan kunnen de schepen vaak alleen de zij-tanks gebruiken (meeste schepen), maar er zijn ook schepen die eveneens de bodemtanks kunnen gebruiken. Voor schepen die alleen de zij-tanks gebruiken kan doorgaans uitgegaan worden van 350 ton waarvan er zo'n 300 ton effectief gebruikt kan worden bij een gelijk lastige belading. Als verder uitgegaan wordt van een dubbele bodem van 50 cm, een marge van 40 cm (marge voor vrije doorvaart en effect van trim), een capaciteit van 96 veertig voet containers op 4 lagen en een gewicht van 3,9 ton per 40 voet container dan kan aan de hand van figuur 23 de vereiste hoogte bij het vervoer van standaard en high cube containers worden bepaald. De vereiste hoogte voor een schip met 4 lagen lege high cube containers (van 2,9 meter hoog) bedraagt in dit geval 11,0 meter¹⁰. Op gelijke wijze

¹⁰ 6 containers lang x 4 breed x 4 hoog = 96 lege 40 voet containers. 300 ton ballast + 96 x 3,9 ton = 674 ton. Op basis van figuur 23 kan een diepgang van 1,5 meter worden afgeleid. Rekening houdend met de dubbele bodem van 50 cm staan de onderste containers op een hoogte van -1.0 meter. Als hier 4 lagen containers van 2,90 meter bij

kan worden bepaald dat de vereiste minimale hoogte 8,2 meter bedraagt bij 3 lagen lege high cube containers. Op basis hiervan kan worden gesteld dat in elk geval 3 of 4 laags containervaart op de rivieren mogelijk blijft.

Bij volle belading en standaard containers kunnen er echter vaak ook meer lagen containers vervoerd worden. Dit zal steeds moeilijker worden naarmate de waterstand toeneemt. Bij hoog water zullen als gevolg van klimaatverandering de mogelijkheden voor 5 laags containervaart op de Waal, Neder-Rijn en Lek alsmede 4 laags containervaart op de Gelderse IJssel en Nieuwe Merwede (Moerdijkbrug) beperkt worden. Mogelijk heeft klimaatverandering ook gevolgen voor de doorvaarthoogte op aanliggende vaarwegen zoals het Amsterdam-Rijnkanaal.

4.5 Effecten van zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging heeft een effect op de bereikbaarheid van het Rotterdamse havengebied en de waterstand op de rivieren. Inzichten in deze effecten worden beschreven door de Deltacommissie (2008). De stormvloedkeringen van de Oosterschelde en de Nieuwe Waterweg zijn ontworpen op een stijging van de zeespiegel met 20 tot 50 cm per eeuw. Bij een vergaande zeespiegelstijging zal de sluiting van de Maeslantkering veel vaker dan de aanvankelijk verwachte eens in de 10 jaar gesloten moeten worden. Bij een stijging van 35 cm is dit eens in de 5 jaar, bij een stijging van 85 cm is dit 3 maal per jaar en bij een stijging van 1,3 meter loopt dit zelfs op tot 7 maal per jaar. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de bereikbaarheid van het binnen de kering gelegen havengebied.

Gezien de verwachte sluitingsduur van ongeveer 1 dag, het feit dat een groot gedeelte van de haven (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het feit dat de kust- en binnenvaart in beperkte mate gebruik zal kunnen maken van de Rozenburgersluis is de invloed van het toegenomen aantal sluitingen van de Nieuwe Waterweg op het marktaandeel van de Rotterdamse haven vermoedelijk beperkt.

Naast de toegankelijkheid voor het havengebied heeft zeespiegelstijging ook zijn weerslag op de waterstanden in het benedenrivierengebied. De grootste problemen van klimaatverandering komen voor bij een combinatie van opstuwing (hoge zeewaterstand) met veel bovenwater (hoge rivierafvoer). In dit geval is het niet goed mogelijk om voldoende te spuien en moet tijdelijke berging voor het water worden gezocht. Ook ontstaan er in deze situatie problemen met het droog houden van het Noordereiland in Rotterdam en de Drechtsteden die beiden relatief laag gelegen zijn. Als er geen maatregelen genomen worden stijgt de kans op een overstroming in het Rijnmond en Drechtsteden gebied met een factor 10 voor elke 40 tot 60 cm zeespiegelstijging. Dit noopt tot maatregelen.

Een mogelijke oplossing is het ontwikkelen van een afsluitbare Rijnmond regio (zie figuur 28) maar deze oplossing kent ook een aantal negatieve aspecten.

opgeteld worden bedraagt het bovenste gedeelte van het schip 10,6 meter. Inclusief 40 cm marge komt de minimale hoogte uit op 11,0 meter voor het vervoer van 4 lagen lege high cube containers.



Bron: Deltacommissie (2008, p.66)

Figuur 28: Open-afsluitbare Rijnmond regio

Allereerst is de constructie van waterkeringen een dure aangelegenheid. Zeker als deze gepaard gaat met de aanleg van sluisen. Ten tweede heeft de aanleg van waterkeringen ook negatieve gevolgen voor de scheepvaart. Als er geen sluiscapaciteit geboden wordt betekent dit dat de Rijnmond regio tijdelijk voor de scheepvaart zal moeten worden afgesloten. Een dergelijke sluiting heeft uiteraard ook grote gevolgen voor de bereikbaarheid van het Rijnmond gebied. Daarnaast zijn er ook beperktere gevolgen voor de doorgaande containervaart (bijvoorbeeld tussen Antwerpen en Duisburg). Bij een gesloten Rijnmond-Drechtsteden regio is de scheepvaart immers aangewezen op de Nieuwe Merwede. Dit betekent dat zij onder de Moerdijkbrug door moet varen. Dit kan tot op zekere hoogte een tijdelijke beperking in het maximale aantal lagen containers betekenen dat aan boord van een containerschip kan worden meegenomen (bijvoorbeeld 3 in plaats van 4 lagen). Gezien het tijdelijke karakter van de sluiting hoeft dit niet echt een probleem te zijn.

Momenteel wordt er veel onderzoek gedaan naar alternatieve oplossingen zoals het verruimen van de bergingscapaciteit op het Volkerak-Zoommeer, het verhogen van de dijken, het aanleggen van zogenaamde deltidijken, het plaatsen van flexibele waterkeringen op de kaden en het aanpassen van de waterverdeling in het rivierengebied (waardoor er minder water via de Waal afgevoerd hoeft te worden).

Voor wat betreft het laatste onderwerp is het interessant om te melden dat er nu ook juist studies lopen naar de mogelijkheden om de waterverdeling bij laag water aan te passen. Zo wordt er bijvoorbeeld gekeken naar de mogelijkheden om de afvoer via de Gelderse IJssel bij laag water te verhogen ten einde de rivier beter bevaarbaar te houden.

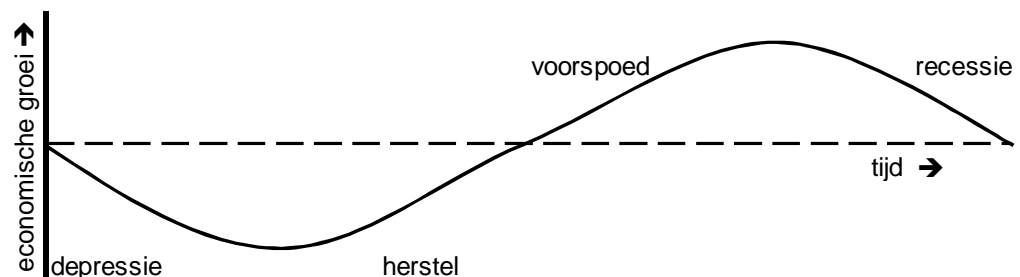
Nader onderzoek zal uit moeten wijzen hoe de veiligheid in het Rijnmond-Drechtsteden gebied het beste gewaarborgd kan blijven.

5 Verduurzaming van het transportsysteem

Er bestaat veel literatuur over economische cycli en de effecten hiervan op maatschappelijke transities. Deze literatuur biedt ook aanknopingspunten voor de ontwikkeling van duurzame multimodale infrastructuur en duurzaam vervoer van (continentale) lading over de binnenwateren.

5.1 Cyclisch karakter van de economie

Het economisch getijde beweegt mee op golven van verschillende lengtes. De meest bekende golf is de zogenaamde Juglar (1862) golfbeweging (economische conjunctuurcyclus). Deze golfbeweging heeft een lengte van ongeveer 7 tot 11 jaar en bestrijkt verschillende perioden (zie figuur 29).



Bron: "De groei voorbij", Van Duijn (2007), aangepaste weergave

Figuur 29: De vier fasen van een economische golfbeweging

Naast de 'gewone' economische conjunctuurcycli bestaan er ook een veel langere Kondratieff (1926) golven met een lengte van ongeveer 45 tot 60 jaar. Deze golfbewegingen kennen een sterke relatie met het socio-techno-economisch paradigma ofwel de fundamentele dynamiek in de hedendaagse maatschappij. Het historisch verloop en de verwachte toekomstige timing van deze golfbewegingen is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Historisch overzicht en verwachte toekomstige timing van lange Kondratieff golven in de economie

Kondratieff	1e cyclus	2e cyclus	3e cyclus	4e cyclus	5e cyclus	6e cyclus
depressie	1764-1773*	1825-1836	1872-1883	1929-1937	1973-1980	2018-2027*
herstel	1773-1782*	1836-1845	1883-1892	1937-1948	1980-1992	2027-2036*
voorspoed	1782-1792	1845-1856	1892-1903	1948-1957	1992-2000	2036-2045*
voorspoed (oorlog)	1792-1802 (1802-1815)	1856-1866	1903-1913 (1913-1920)	1957-1966	2000-2009*	2045-2054*
recessie	1815-1825	1866-1872	1920-1929	1966-1973	2009-2018*	2054-2063*
Lengte	61 jaar	47 jaar	57 jaar	44 jaar	61 jaar	61 jaar
Excl. oorlog	48 jaar	47 jaar	50 jaar	44 jaar	48 jaar	48 jaar

* Geschatte waarde

Bron: "De groei voorbij", Van Duijn (2007), aangepaste fasering met aangevulde tijdshorizon".

Evenals de Juglar golfbeweging kan ook de Kondratieff golf getypeerd worden door perioden van depressie, herstel, voorspoed en recessie. Deze perioden mogen echter niet verward worden met de perioden met een zelfde benaming uit de

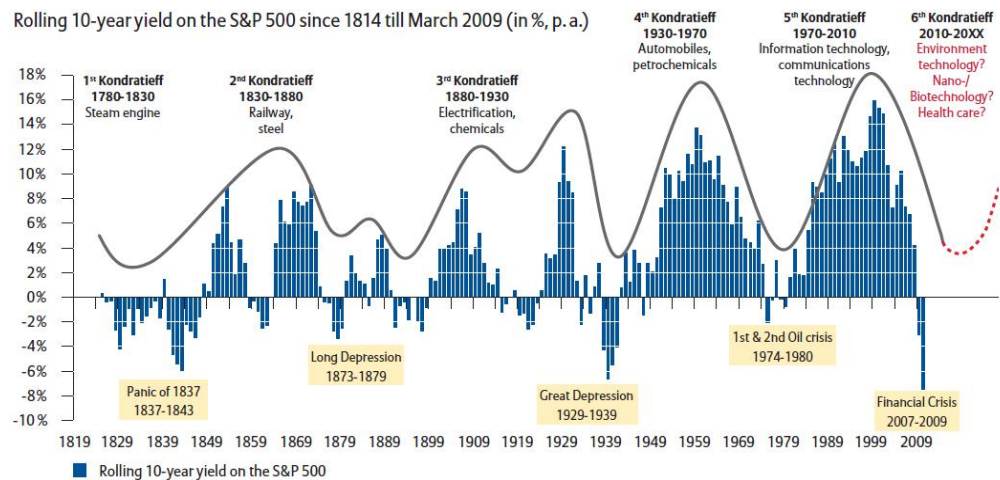
gewone conjunctuurcyclus. Het gaat hier om een veel tragere en diepgaandere socio-techno-economische ontwikkelingen.

Opvallend is dat elk van de Kondratieff cycli bestaat uit 5 Juglar cycli. Twee van deze perioden hebben betrekking op een periode van voorspoed. Daarna breekt een recessie en depressie periode aan. Gedurende deze periode valt het te verwachten dat de recessies van de gewone conjunctuurcyclus heviger zullen zijn en langer zullen duren. Ook zullen de perioden van voorspoed minder overvloedig zijn dan in de twee welvarende perioden ervoor.

Er bestaat een redelijke consensus dat de financiële crisis van 2009 het einde markeerde van de twee perioden van voorspoed van de 5^e Kondratieff golf¹¹. De mogelijkheden van het huidige systeem raken uitgeput en er is behoefte aan een nieuw socio-techno-economisch paradigma waar onze toekomstige economie op kan worden gebaseerd.

5.2 Het nieuwe socio-techno-economische paradigma

Er is voldoende wetenschappelijke onderbouwing voor het bestaan van een sterke relatie tussen de ontwikkeling van lange termijn Kondratieff golven en de maatschappelijke socio-techno-economische dynamiek¹². Kondratieff golven staan niet op zichzelf maar hebben een sterke relatie met technologische ontwikkelingen en de manier waarop we de wereld vormgeven. De weerslag van deze golven op het economisch systeem wordt duidelijk geïllustreerd aan de hand van figuur 30.



Bron: "Analysis & Trends", Allianz Global Investors (januari, 2010)

Figuur 30: Kondratieff golven en hun effect op de S&P 500

Elk van deze lange termijn golven ging gepaard met een fundamentele maatschappelijke drijfveer. Voor de eerste vier golven waren dit opeenvolgend: 'productie', 'industriële productie', 'standaardisatie' en 'massa productie' (Ford-Taylorism). De naoorlogse periode (einde van de 4^e cyclus) heeft de basis gelegd voor de ontwikkeling van een open wereldeconomie gedurende de 5^e cyclus.

¹¹ Zie onder andere Allianz Global Investors (2010): "The sixth Kondratieff – long waves of prosperity", uit de januari editie van "Analysis & Trends".

¹² Zie onder andere A. Grübler en N. Nakićenović (1991): "Long Waves, Technology Diffusion, and Substitution" IIASA, Laxenburg, Austria.; reprinted from Review XIV(2), Spring 1991, pp. 313-342.

De afgelopen halve eeuw heeft in het teken gestaan van vergaande integratie van mensen (luchtvaart, mobiele telefoon, e-mail), systemen (internet, financieel systeem) en handel (containers, bulk carriers, wereldhandel). De belangrijkste drijfveren voor deze ontwikkeling waren onder andere: efficiency verbeteringen, schaalvoordelen, toegenomen arbeidsproductiviteit, 'financial leverage' en 'outsourcing' naar lage lonen landen. Wij vatten deze ontwikkeling samen onder de noemer van 'Globalisering'.

De globaliseringsgolf verloopt echter niet zonder problemen. Doordat heel sterk de nadruk heeft gelegen op het behalen van eenzijdig financieel rendement wordt de wereld op dit moment geconfronteerd door een groot aantal crises. Hieronder vallen onder andere de milieu en klimaat crisis, de ruwe materialen en fossiele brandstoffen crisis, de voedsel crisis, de brede financiële crisis (financiële crisis, schuldencrisis, problemen huizenmarkt), levensstijl crisis (overgewicht, stress) en een sociale crisis (ongelijkheid van inkomen en welvaart dat leidt tot sociale spanningen). Veel van deze crises vinden hun oorsprong echter niet alleen in de ontwikkelingen van de laatste Kondratieff. Sinds het begin van de industriële revolutie wordt door de mensheid een steeds groter beslag gelegd op het milieu en de leefomgeving.

In reactie op de vele crises die veroorzaakt zijn door het eenzijdig nastreven van economische welvaart (zonder hierbij voldoende rekening te houden met de omgeving) kan worden verwacht dat de 6^e Kondratieff golf zich zal ontwikkelen rondom het concept van 'duurzaamheid'¹³. Hierbij zal de nadruk steeds meer komen te liggen op een duurzame evenwichts-economie dan op een groei-economie¹⁴.

5.3 Weerslag op de transportsector

Gezien de problemen met de leefomgeving (luchtverontreiniging, geluidsoverlast, veiligheid) en de doorgaande klimaatverandering (opwarming van de aarde door uitstoot van fossiele brandstoffen) is het te verwachten dat er maatschappelijk gezien ook steeds meer druk op de transportsector zal worden uitgeoefend om goederen zo duurzaam mogelijk te vervoeren.

De verduurzaming van de transportsector komt al jaren tot uiting in het Europese transportbeleid dat er naar streeft om de negatieve effecten van het vervoer teniet te doen (ontkoppeling economische groei en externe effecten van het transport-systeem)¹⁵. In de laatste versie van het Europese witboek op transport (EC, 2011, p.9) is de doelstelling uitgesproken om in 2030 zo'n 30% van al het lange afstand vervoer boven de 300 km op een multimodale wijze (binnenvaart, spoor, kustvaart) te transporteren. Voor 2050 is deze ambitie zelfs opgerekt tot 50%.

Er is onomstotelijk steeds meer politieke¹⁶ en maatschappelijke interesse voor het vervoer over water. Deze interesse is deels gebaseerd op de maatschappelijk drang naar verduurzaming maar komt ook voort uit de toegenomen containervolumes en

¹³ Zie onder andere: Moody and Nogrady (2010): "The Sixth Wave: How to Succeed in a Resource-limited World".

¹⁴ Zie onder andere Jackson (2010): "Welvaart zonder groei – Economie voor een eindige planeet".

¹⁵ Zie onder andere de 'witboeken voor het transport' van de Europese Commissie uit 1993, 2001, 2006 en 2011.

¹⁶ Zie onder andere de beleidsbrief: Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007) Varen voor een vitale economie, Een veilige en duurzame binnenvaart. Drukkerij Albani, Den Haag.

mogelijke schaalvoordelen van vervoer over water. Hierdoor kan de binnenvaart zo langzamerhand op steeds kortere afstand met het wegvervoer concurreren.

Een goed voorbeeld is de dienstverlening met de Kraanschepen van de Mercurius Shipping Group. Deze schepen zijn uitgerust met een eigen containerkraan. Hiermee wordt op een afstand van minder dan 30 kilometer containervervoer binnen het Rotterdamse havengebied naar direct aan het water gelegen klanten verzorgd. Daarnaast lopen er tal van initiatieven om wegvervoer naar het water om te buigen (zoal het Fresh Corridor en het Greenbarge project). Er is dus duidelijk sprake van een opkomende maatschappelijke trend.

Om inzicht te krijgen in de hernieuwde interesse voor vervoer over water is het goed om ook eens te kijken naar de relatie tussen lange termijn Kondratieff golven en de dynamiek in de ontwikkeling van infrastructuur. Naar deze relatie is in het verleden uitvoerig onderzoek gedaan door Grübler (1990). Zijn onderzoek toont op een overtuigende manier aan dat er een duidelijke relatie bestaat tussen de lange termijn economische dynamiek en de ontwikkeling van infrastructuur netwerken.

Grübler toonde in zijn onderzoek aan dat de volledige ontwikkeling van transport netwerken telkens plaats vond over een periode van ongeveer twee Kondratieff golven. Daarnaast concludeerde hij dat de onderlinge afstand tussen de verschillende transportnetwerken ongeveer 55 jaar (ofwel 1 Kondratieff golf) bedraagt. Een derde opvallende conclusie die Grübler in zijn werk trekt is dat de totale lengte van de infrastructuurnetwerken telkens een orde groter is dan de lengte van het voorgaande netwerk. Op zich is dat ook logisch aangezien er telkens een systeem sprong nodig is om de (transport) problemen aan het einde van de Kondratieff cyclus op te lossen.

In 1990 identificeerde Grübler de luchtvaart als het nieuwe transportsysteem. Hij baseerde dit op de observatie dat het transport tot dus ver telkens een stuk sneller geworden was. Vandaag de dag kan worden opgemerkt dat het vierde transportnetwerk naast de luchtvaart (voor passagiers) ook de zeevaart (voor intercontinentaal goederenvervoer) behelst.

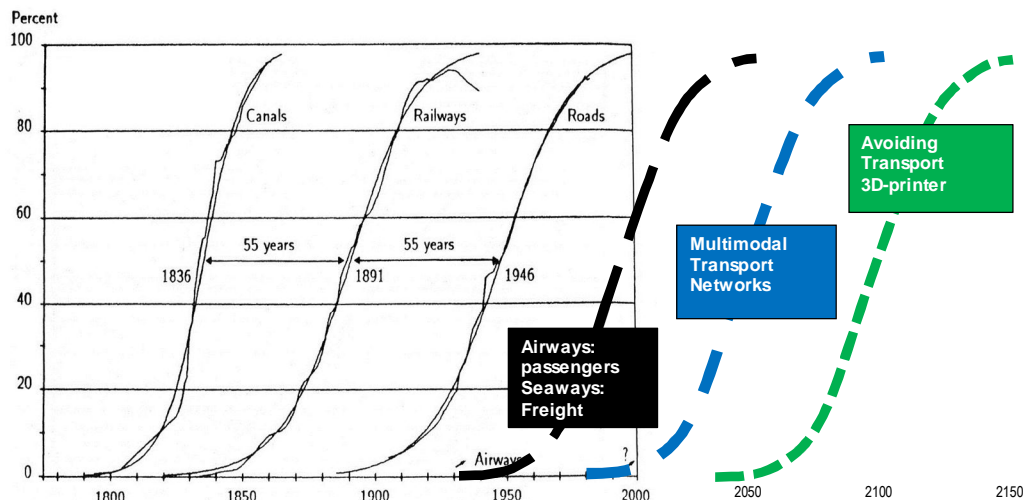
De sterke relatie tussen lange termijn golven, technologische ontwikkeling en infrastructuur maakt het mogelijk om inzicht te verkrijgen in de toekomstige ontwikkeling van nieuwe infrastructuur netwerken. Tabel 7 verschaft inzicht in de historische en verwachte toekomstige drivers van de opeenvolgende Kondratieff golven. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat de wereld zich het voornaamste deel van de 21^{ste} eeuw zal blijven richten op duurzaamheid. In het goederenvervoer zal de nadruk steeds meer komen te liggen op het ontwikkelen van multimodale oplossingen waarbij ook steeds meer vervoer over water zal gaan plaatsvinden. Nog verder in de toekomst komt de nadruk wellicht te liggen op het niet meer transporteren. Hierbij kan gedacht worden aan de opkomst van het 3D Printen, bij voorkeur met lokaal geproduceerde of recyclebare materialen.

Tabel 7: Diepgewortelde drijfveren van het transportsysteem

Kontratief Timeframe	1st Cycle 1773-1836	2nd Cycle 1836-1883	3rd Cycle 1883-1937	4th Cycle 1937-1980	5th Cycle 1980-2030	6th Cycle 2030-2080
Dominating technologies of indicated cycle	Water Power, Sails, Canals, Turnpikes, Iron Casting, Textiles	Coal, Iron, Steam Power, Mechanical Equipment	Railways, Steam Ships, Steel, Heavy Industry, Dyestuff, Telegraph	Electric Power, Oil, Cars, Radio, TV, Durables, Petrochemicals, Welding, Pipelines	Global Transport Systems, Mobile Phone, Internet, Social Media, Materials Science, Biotechnology	Recycling, Cradle to Cradle, Renewable Energy, Fully Integrated Systems, Smart grids, Multimodal Transport
Emerging Technologies of next cycle	Mechanical Equipment, Coal, Stationary Steam Power	Steel, City Gas, Indigo, Telegraph, Railways	Electricity, Cars, Trucks, Roads, Oil, Radio, Phone, Petrochemicals	Telecommunication Computers, Bulk Carriers, Electronic Data Interchange, Aircraft, Space Flight, Container, Container Vessels	Recycling, Cradle to Cradle, Renewable Energy, Smart Grids, Integrated Systems, Smart Customised Solutions, Multimodality,	Self-Sustainability, Local Production, Bio Based Materials, Decoupling of Economic Output, Wealth and Transportation, 3D-Printer
Principal drivers	Manufacturing	Industrial production	Standardization	Ford-Taylorism	Globalisation	Sustainability

Bron: "The Rise and Fall of Infrastructures", Grübler (1990), aangevuld met nieuwe inzichten.

Als de inzichten uit tabel 7 worden gerelateerd aan de door Grübler geconstateerde ontwikkeling van de transportnetwerken ontstaat een helder denkraam voor de ontwikkelingen in de transportsector (zie figuur 31).



Bron: "The Rise and Fall of Infrastructures", Grübler (1990), aangevuld met nieuwe inzichten.

Figuur 31: Historische en verwachte ontwikkeling van de totale lengte van transportnetwerken (op basis van gegevens over de VS)

De ontwikkeling van (continentaal) multimodaal vervoer uit zich nu al in de ontwikkeling van de continentale 45 voet container, de sterke toename van het short-sea vervoer en de toegenomen interesse voor continentaal vervoer over water.

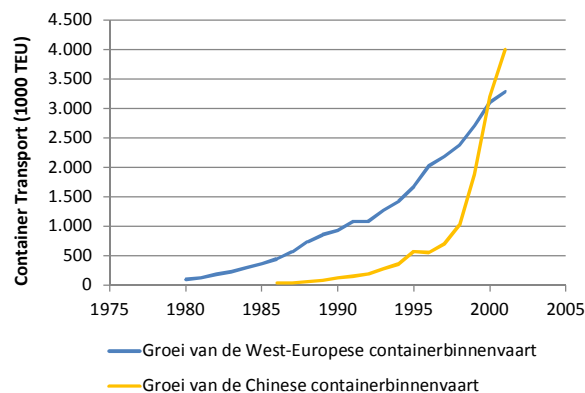
De ontwikkeling van multimodale netwerken is in lijn met de 'orde van grootte wet' van Grübler. De totale lengte van het netwerk heeft nu echter niet langer betrekking

op de fysieke lengte van de infrastructuurnetwerken zelf maar op het aantal multimodale keuzemogelijkheden. Kenmerkend voor de ontwikkeling van het multimodale transportnetwerk zijn dan ook de toegenomen beschikbaarheid van multimodale overslagterminals en de (huidige en toekomstige) investeringen in verbeteringen van de onderliggende transportnetwerken.

De laatste fase, die samengaat met de 6^e en 7^e Kondratieff golf, is uiteraard nog speculatief maar we nemen momenteel al wel veel ontwikkeling in de techniek van het 3D printen waar. Deze ontwikkeling betekent overigens niet dat alle transport zal verdwijnen. Net als de vorige netwerken kan worden verwacht dat zij een aanvulling vormt op de bestaande transportinfrastructuur.

5.4 De ontwikkeling van multimodaal binnenvaartvervoer

Op basis van de bovenstaande inzichten kan worden verwacht dat de huidige trend naar duurzaam vervoer over water niet zomaar over zal waaien. De afgelopen jaren heeft de ontwikkeling van multimodaal vervoer over water zich steeds duidelijker afgetekend. De groei van multimodaal binnenvaartvervoer is niet alleen een regionaal West-Europees succesverhaal maar treedt ook in andere delen van de wereld op. Figuur 32 (links) toont de groei van zowel de West-Europese als de Chinese containerbinnenvaart. Figuur 32 (rechts) geeft aan hoe omvangrijk het West-Europese inland containerterminal netwerk ondertussen is. In onze ogen is hiermee overduidelijk aangetoond dat het vijfde infrastructuurnetwerk gerelateerd kan worden aan de ontwikkeling van multimodaal vervoer.



Bron: United Nations (2004, p.9 and p.27),
www.bureauvoorlichtingbinnenvaart.nl/maps/

Figuur 32: Ontwikkeling van multimodale containerbinnenvaart

In analogie met de ontwikkeling van de overige transportnetwerken kan eveneens verwacht worden dat de ontwikkeling van multimodaal containervervoer over een periode van twee lange termijn Kondratieff golven plaats zal vinden. Met andere woorden: *'De volledige ontwikkeling van multimodale vervoersnetwerken bedraagt ongeveer 100 jaar'*. Ten aanzien van de ontwikkeling van het multimodale binnenvaartvervoersnetwerk kan verder verondersteld worden dat er in totaal vier fasen van elk ongeveer 25 jaar doorlopen worden.

De eerste fase (1970-1995)¹⁷ betreft de ontwikkeling van container terminals op de voornaamste routes naar het achterland (zoals de terminals in het Ruhrgebied). De tweede fase (1995-2020) wordt gekarakteriseerd door een wildgroei van terminals. Binnenvaartterminals ontstaan niet alleen op afstanden relatief dicht bij de zeehavens maar ook op afstanden relatief dicht bij elkaar. Als gevolg van de ontwikkeling van een dicht netwerk aan terminals gedurende de tweede fase wordt het gedurende de derde fase (2020-2045) mogelijk om ook continentaal vervoer van containers te ontwikkelen. Als deze ontwikkeling goed doorzet en bedrijven zich weer aan het water gaan vestigen dalen de voor- en natransport kosten voor multimodaal binnenvaartvervoer. Dit maakt het op lange termijn tijdens de vierde fase (2045-2070) mogelijk om ook multimodale palletdistributienetwerken te ontwikkelen (zoals dit in 2004 reeds tevergeefs in het kader van het Distrivaart-project geprobeerd is, zie figuur 33).



Bron: Bureau Voorlichting Binnenvaart, Connect (2003)

Figuur 33: Schip gebouwd voor multimodaal palletvervoer

De afgelopen decennia is de transportsector lang op zoek geweest naar een standaard laadbak (container) die goed uitwisselbaar is en eveneens goed kan concurreren met het wegvervoer. Dit was een zeer moeilijke opgave. Van oudsher is het Europese transportsysteem ontwikkeld rondom de pallet. Toen de container uit Amerika over kwam waaien bleek dat deze niet compatibel was met de stuwage van pallets. Als gevolg hiervan kon men in een container veel minder pallets meenemen dan in een standaard laadbak van een truck. Dit probleem is uiteindelijk opgelost door bredere, hogere en langere continentale 45 voet containers te ontwikkelen.

De continentale 45 voet container is ondertussen een standaard in het weg, spoor en short-sea vervoer maar krijgt nauwelijks voet aan de grond in de binnenvaart. De reden hiervoor is dat de continentale 45 voet container niet compatibel is met de huidige vaarwegafmetingen en daarom ook niet efficiënt in de ruimen van de West-Europese binnenvaartvloot geladen kan worden.

De efficiency waarmee 45 voet containers in binnenvaartschepen van een bepaalde vaarklasse kunnen worden geladen ligt tussen de 35% en 58% (zie tabel 8).

¹⁷ In 1966 arriveerde het eerste containerschip in Rotterdam (zie Brolsma, 2010). Aanvankelijk waren de containers relatief duur en schaars waardoor zij snel terug in de haven moesten zijn. Hiervoor werden zij over de weg getransporteerd. Alleen in incidentele gevallen gingen de containers met de binnenvaart mee. In 1974 werd de eerste containerlijndienst opgezet op de Rijn. Vanaf dat moment ontstonden de eerste containerterminals in het achterland. De eerste specifieke binnenvaartcontainerterminal in Nederland werd in 1987 in Nijmegen geopend.

Tabel 8: Efficiëntie bij het vervoer van continentale 45' containers

Item \ Waterway	Class I	Class II	Class III	Class IV	Class V	Rhine-max
Maximum dimensions						
- Length	38.5 m	55.0 m	80.0 m	85.0 m	110.0 m	135.0 m
- Width	5.05 m	6.60 m	8.20 m	9.60 m*	11.45 m*	22.80 m
- Height	4.00 m	5.00 m	5.00 m	7.00 m	9.10 m	9.10 m
Hold Dimensions						
- Length**	23.0 m	39.0 m	56.0 m	61.0 m	86.0 m	105.0 m
- Width***	3.70 m	5.25 m	6.85 m	8.25 m	10.10 m	21.45 m
Theoretic Capacity						
- 45øcont. in length	1.66 box	2.81 box	4.04 box	4.40 box	6.20 box	7.57 box
- 45øcont. in width	1.42 box	2.01 box	2.62 box	3.16 box	3.87 box	8.22 box
- 45øcont. in height	1 layer	2 layers	2 layers	3 layers	4 layers	5 layers
Total Capacity	2.36 box	11.30 box	21.17 box	41.71 box	95.98 box	311.13 box
Guaranteed Capacity						
- 45øcont. in length	1	2	4	4	6	7
- 45øcont. in width	1	2	2	3	3	8
- 45øcont. in height	1	1	1	2	3	3
Actual capacity	1	4	8	24	54	168
Loading efficiency	42%	35%	38%	58%	56%	54%

Note: * Adjusted to new standards; ** Estimated from existing vessels; *** Based on width minus 1.35 meter.

Het mag duidelijk zijn dat dit een sterke handicap is voor de ontwikkeling van continentale containerbinnenvaart. De mate waarin de ontwikkeling van de 3^e en 4^e fase in de ontwikkeling van het multimodale binnenvaartvervoer van de grond kan komen is daarom ook sterk afhankelijk van de mate waarin de maatschappij en de politiek bereid zijn om te investeren in het verruimen van de afmetingen op de vaarwegen. Hierbij gaat het in eerste instantie om het verhogen van bruggen, maar daarnaast ook om het verbreden van sluisen en het beperkt verruimen van de scheepslengte waarbij additionele bemanning vereist is. Dit laatste zou gezien de sterk verbeterde manoeuvreerbaarheid van de schepen mogelijk moeten zijn.

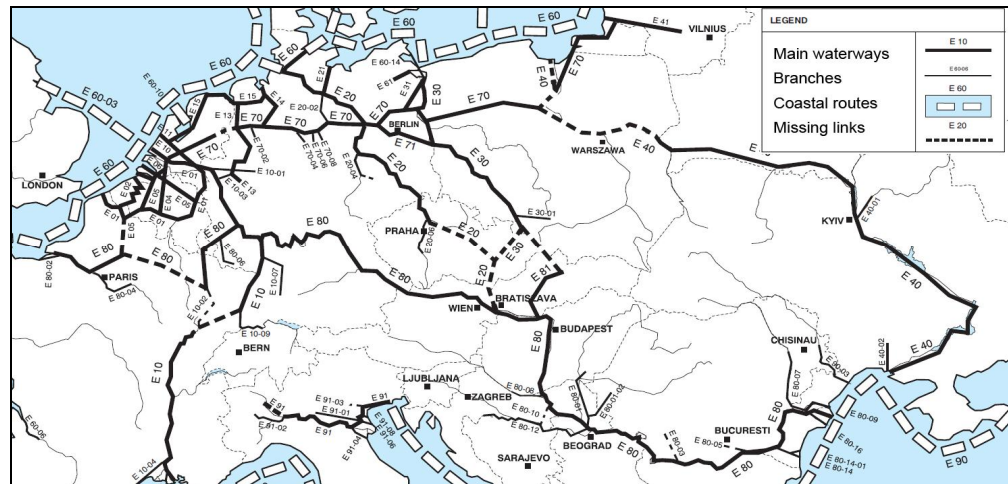
Naast het aanpassen van de afmetingen op de vaarwegen is de ontwikkeling van continentaal binnenvaartvervoer ook sterk afhankelijk van de mate waarin nieuwe kaden en aan het water gelegen bedrijfsterreinen worden ontwikkeld. Deze verminderen immers de voor- en natransportkosten voor het multimodale vervoer. De kosten voor het voor- en natransport zijn doorgaans zeer bepalend voor het wel of niet tot stand komen van multimodale vervoersstromen.

De afgelopen 60 jaar heeft de transitie van water naar wegvervoer centraal gestaan. Op basis van de bovenstaande analyse verwachten wij nu een omgekeerde trend waarbij een groot deel van de 21^{ste} eeuw in het kader van een terugkeer naar vervoer over water zal staan. De mate waarin deze trend tot ontwikkeling komt heeft echter in grote mate te maken met het maatschappelijke draagvlak om in duurzame transportinfrastructuur te investeren en de mate waarin de politiek over zal gaan tot het internaliseren van de externe transportkosten (zoals de kosten van brandstofemissies, geluid en congestie).

5.5 Gevolgen uitbreiding Europese infrastructuur

De maatschappelijke drang naar verduurzaming van het transportsysteem zal ook haar weerslag hebben op de ontwikkeling van de kwaliteit van het Europese

binnenvaartnetwerk. Op papier zijn er tal van plannen voor de uitbreiding van dit netwerk. Deze worden onder andere weergegeven in figuur 34.



Bron: ECE (2006, p.87), aangepaste versie met beperkte inhoud

Figuur 34: Mogelijke uitbreiding van Europese vaarwegen

Niet alle uitbreidingen zullen voor Nederland evenveel gevolgen hebben. We hebben de voornaamste infrastructuur uitbreidingen alsmede de verwachte gevolgen voor de door Nederland getransporteerde goederenstromen weergegeven in tabel 9.

Tabel 9: Verwachte gevolgen uitbreiding Europese vaarwegen

Nr.	Ontwikkeling	Impact	Verwacht effect op de Nederlandse vaarwegen
1.	Aanleg van het Canal Seine ó Nord Europe	+++	- Sterke toename in het transport van bulk materialen tussen het ARA gebied en Le-Havre/Parijs. - Ontwikkeling van container transport tussen de havens van Le-Havre, Antwerpen, Rotterdam en Amsterdam. - Mogelijke ontwikkeling continentaal container transport tussen Ruhrgebied, ARA regio en de Le-Havre/Paris regio. - Vermindering overcapaciteit van de rijnvloot.
2.	Verruimen Mittelland kanaal en doorgaande verbinding naar Berlijn (in het bijzonder de beschikbare brughoopte)	++	- Container transport wordt economisch haalbaar voor lading van Rotterdam/Antwerpen naar Noord-Duitsland. - Ontwikkeling continentaal container transport op deze route. - Mogelijkheden voor container transport tussen Rotterdam en Duitse Noordzeehavens na verruiming van de Elbe.
3.	Aanleg van het T wente ó Mittelland kanaal	++	- Bulk schepen naar Noord-Duitsland kiezen voor kortere route via de Gelderse IJssel in plaats van de Rijn. - Ontwikkeling van container transport naar Noord-Duitsland en Berlijn (in combinatie verruiming Mittelland kanaal).
4.	Aanleg van een Belgisch / Duits Rijn ó Maas kanaal	++	- Afname van bulk en container transport via de Schelde en de Rijn door beschikbaarheid nieuwe route via Luik.
5.	Aanleg van een nieuw kanaal van Zeebrugge naar Gent	+	- Toename vervoer over de Schelde en de Rijn naar Duitsland (met name voor containers and Ro-Ro schepen).
6.	Aanleg van een nieuwe Saône ó Moezel of Rhône ó Rijn verbinding	+	- Zeer beperkt effect op de marktaandeelen van het ARA gebied en Marseille (voor containervervoer richting het achterland). - Beperkt effect op de capaciteit van de Rijnvloot (die voor een deel op de Rhône zal gaan varen)
7.	Oplossen van knelpunten op de Donau	+	- Vrijwel geen effect op de doorvoer van de zeehavens in de ARA havens en Constanta. - Beperkt effect op de beschikbare capaciteit van de Rijnvloot tenzij the Donau over de gehele lengte aanzienlijk verdiept wordt (wat niet heel aannemelijk is).

De belangrijkste uitbreiding van het Europese vaarwegennet betreft het Canal Seine – Nord Europe. Dit kanaal verbindt de Seine bij Parijs met het Europese hoofdvaarwegennet (Antwerpen, Rotterdam, Duisburg). De aanbesteding voor de aanleg van dit kanaal was al in een ver gevorderd stadium en het was de planning dat het kanaal in 2016 gereed zou komen, maar met de overwinning van president Hollande (in Frankrijk) is de tijdige uitvoering van dit project zeer onzeker. Vermoedelijk zal de aanleg van dit project een aanzienlijke vertraging op gaan lopen.

Gekoppeld aan de ontwikkeling van deze Seine – Schelde verbinding zou er ook een nieuw kanaal naar Zeebrugge komen. Hierover is voor zover ons bekend nog geen definitief besluit genomen.

Het verhogen van de Bruggen op het Mittelland kanaal en de verdere verbinding naar Berlijn is eveneens van groot belang. Op dit moment is deze verbinding maar net voldoende voor standaard twee laags containervaart. De doorvaarthoogte is derhalve onvoldoende voor het vervoer van twee lagen (high cube) 45 voet containers. Het verhogen van de bruggen om twee of drie laags continentale containervaart mogelijk te maken is een noodzakelijke voorwaarde voor het ontstaan van continentale containerstromen tussen het Ruhrgebied en Berlijn.

De aanleg van het Twente-Mittelland kanaal kan behoorlijke gevolgen hebben voor de routing van de kleinere schepen (tot klasse 4). In combinatie met het verhogen van de bruggen op het Mittelland kanaal is deze route eveneens aantrekkelijk voor de containerbinnenvaart.

De aanleg van een extra verbinding tussen de Rijn en de Maas zal eveneens effect hebben op de routing van binnenvaartschepen. In dat geval zal een deel van de schepen via het Albert kanaal i.p.v. via Nederland naar het Ruhrgebied varen.

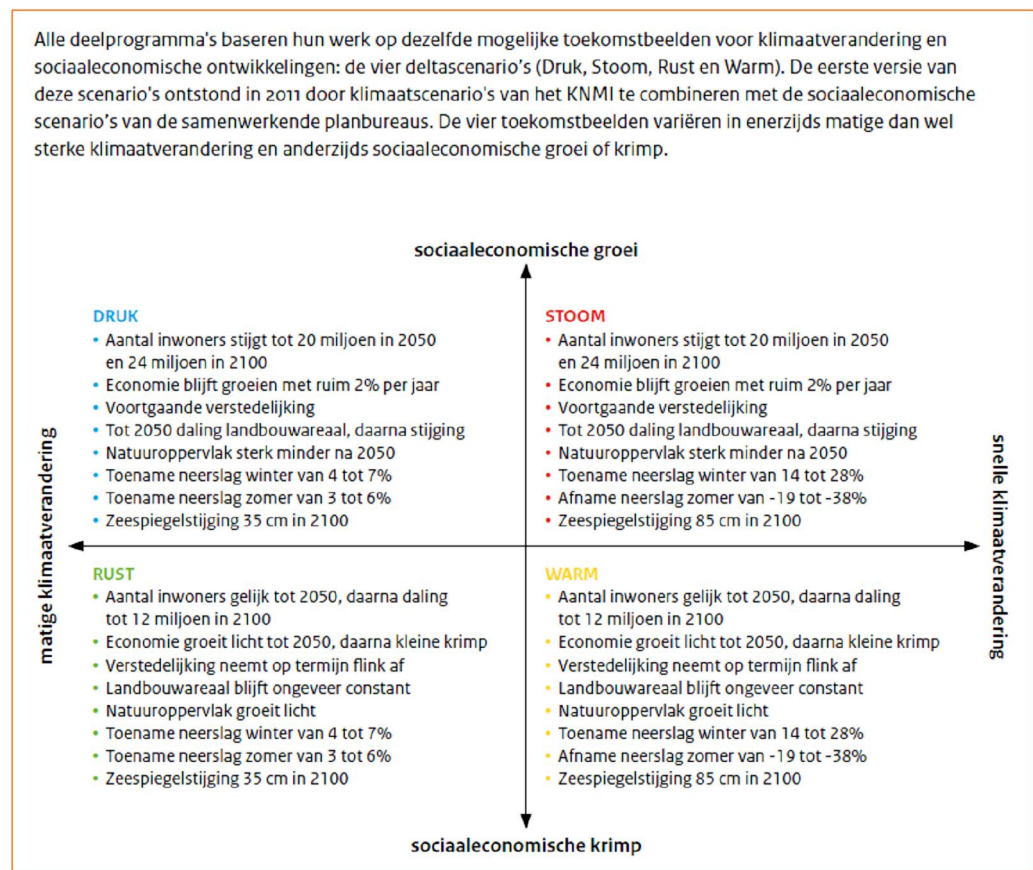
Andere ontwikkelingen zoals een verbinding tussen de Rijn en de Rhône en een verbetering van de diepgang op de Donau zullen slechts zeer beperkt invloed op het Nederlandse binnenvaartnetwerk hebben. Vermoedelijk hebben zij vrijwel geen effect op de omvang van de Nederlandse binnenvaartstromen, maar een goede connectie bevordert wel de uitwisselbaarheid van schepen in het Europese netwerk.

6 Kwalitatieve beschrijving binnenvaartscenario's

Aan de hand van de in hoofdstuk 1 t/m 5 geschetste achtergrond zal in dit hoofdstuk op kwalitatieve wijze invulling gegeven worden aan de vier vigerende Deltascenario's voor wat betreft de zeehavens en de binnenvaart. Tevens wordt een beschrijving gegeven van de DOORSTOMEN en WATERDRUK scenario's die bij wijze van gevoeligheidsanalyse aan deze rapportage zijn toegevoegd.

6.1 Inleiding

In de rapportage *Deltaprogramma 2013* (Deltacommissie, 2012) wordt het globale toekomstbeeld voor de vier vigerende Deltascenario's geschetst (zie figuur 35).



Bron: Deltacommissie (2012, p.35)

Figuur 35: Invulling van de Deltascenario's op hoofdlijnen

Op basis van de invulling van de scenario's in figuur 35 alsmede de verhaallijn uit de scenario's van de PBL/LEI (2012, p.6), de aanzet voor de binnenvaartscenario's (opgenomen in Bijlage 1) en de beschrijving van de voornaamste drijfveren in de voorgaande hoofdstukken hebben we op hoofdlijnen invulling gegeven aan de scenario's voor dezehavens en de binnenvaart. Een samenvatting van de door ons aangevulde scenario's is weergegeven in tabel 10 t/m 12. Een verdere uitwerking van de verhaallijn volgt in de rest van dit hoofdstuk.

Tabel 10: Invulling scenario's Druk en Stoom

ONDERWERP	DRUK	STOOM
Bevolking en economische groei	<ul style="list-style-type: none"> ~ Hoge mondiale economische groei ~ Aantal inwoners stijgt tot 20 miljoen in 2050 en 24 miljoen in 2100 ~ Hoge nationale economische groei, economie blijft groeien met ruim 2% per jaar 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Hoge mondiale economische groei ~ Aantal inwoners stijgt tot 20 miljoen in 2050 en 24 miljoen in 2100 ~ Hoge nationale economische groei, economie blijft groeien met ruim 2% per jaar
Effect van Klimaatverandering	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte mondiale klimaatverandering ~ Beperkte klimaatverandering in NL ~ Toename neerslag winter van 4 tot 7% ~ Toename neerslag zomer van 3 tot 6% ~ Zeespiegelstijging 35 cm in 2100 ~ Weinig verandering in rivierafvoeren 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Aanzienlijke mondiale klimaatverandering ~ Aanzienlijke klimaatverandering in NL ~ Toename neerslag winter van 14 tot 28% ~ Afname neerslag zomer van -19 tot -38% ~ Zeespiegelstijging 85 cm in 2100 ~ Veel verandering in rivierafvoeren
Maatschappelijke verduurzaming en technologische ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> ~ Sterke mondiale drive naar verduurzaming van de maatschappij en het transportsysteem ~ Snelle mondiale energietransitie ~ Succesvolle verduurzaming transportsysteem ~ Binnenvaart slaagt erin de achterstand in uitstoot emissies t.o.v. weg en rail vervoer in te lopen en versterkt zo haar marktaandeel ~ Sterke ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading met de binnenvaart 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Economie gebaseerd op onbeperkte exploitatie van grondstoffen en fossiele brandstoffen ~ Late en beperkte mondiale energietransitie ~ Weinig aandacht voor verduurzaming transportsysteem, maar wel focus op kostenreducties door schaalvoordelen. ~ Weinig aandacht voor verduurzaming binnenvaart, binnenvaart behoudt marktaandeel t.o.v. weg en spoor ~ Beperkte ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading met de binnenvaart
Energie en brandstof	<ul style="list-style-type: none"> ~ Grootschalige verduurzaming van de Europese energie infrastructuur : sterk netwerk met hoofdverbindingen, decentrale opwekking, zonne-, wind-, getijde-, membraan energie. Passende oplossingen voor opslag van energie (b.v. diepe ondergrondse cilinders), bouwen kernenergie ~ Sterke focus energie- en brandstofreductie ~ Tot 2050 omschakeling van brandstof goederenvervoer (weg vervoer, kust- en binnenvaart) naar mengsel bio-fuels met LNG, vanaf 2050 overstap naar volledig duurzame brandstoffen zoals algen-fuels, waterstof of solar-fuels. 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Verduurzaming van de Europese energie infrastructuur blijft uit. Energie behoefte aanvankelijk voorzien door olie, kolen en gas (met nadruk op kolen). Wegens gebrek aan olie wordt vanaf 2050 ook sterk ingezet op schalegas als brandstof in de transportsector. Ook nucleaire energie blijft aan de energiebehoefte bijdragen. ~ Beperkte focus energie- en brandstofreductie ~ Tot 2050 vinden er geen noemenswaardige veranderingen in gebruikte brandstoffen plaats, vanaf 2050 raakt olie op en schakelt men over op aardgas (in het bijzonder schalegas).
Ruimtelijke ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> ~ Sterke maar compacte verstedelijking ~ Voortgaande verstedelijking ~ Veel aaneengesloten, -obuustequatuur ~ Reguliere en biologische landbouw ~ Tot 2050 daling landbouwareaal, daarna stijging ~ Natuuroppervlak sterk minder na 2050 ~ Grootschalige herontwikkeling watergebonden bedrijfsterrainen, aanleg nieuwe kaden 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Sterke verstedelijking in lage dichtheden ~ Voortgaande verstedelijking ~ Wonen in en nabij natuur ~ Grootschalige en multifunctionele landbouw ~ Tot 2050 daling landbouwareaal, daarna stijging ~ Natuuroppervlak sterk minder na 2050 ~ Beperkt verlies van bestaande watergebonden bedrijfsterrainen. Enerzijds sterke druk vanuit real-estate ontwikkeling, anderzijds behoud van watergebonden locaties door toenemende schaal van de transportvolumes, opknappen bestaande kaden
Water voorziening	<ul style="list-style-type: none"> ~ Grote opgaven voor waterveiligheid ~ Grote opgaven voor zoetwatervoorziening 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Zeer grote opgaven voor waterveiligheid ~ Zeer grotere opgaven voor zoetwater-voorziening
Transportvraag	<ul style="list-style-type: none"> ~ Aanhoudende groei van de totale vraag naar transport over gehele periode tot het jaar 2100 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Aanhoudende groei van de totale vraag naar transport over gehele periode tot het jaar 2100
Ontwikkeling van Europese infrastructuur netwerken	<ul style="list-style-type: none"> ~ Sterke focus op versterken Europese transport infrastructuur met nadruk op duurzame transport netwerken (spoor, kust-, en binnenvaart) ~ Grootschalige upgrade van het Europese vaarwegennet voor het effectieve vervoer van continentale 45' high-cube pallet-wide containers ~ Grootschalige uitbreiding van het Europese vaarwegennet 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte focus op versterken Europese spoor, kust- infrastructuur ten behoeve van economies of scale ~ Waar mogelijk met beperkte middelen verbeteren van het Europese vaarwegennet voor het effectieve vervoer van continentale 45' high-cube pallet-wide containers ~ Beperkte uitbreiding van het Europese vaarwegennet
Zeehavens	<ul style="list-style-type: none"> ~ Haven Rotterdam blijft goed toegankelijk, sluiting Nieuwe Waterweg eens per 5 jaar in het jaar 2100 ~ Ondanks een toename van de totale transport volumes behoudt Rotterdam ook na 2050 haar marktaandeel als gevolg van de sterke inzet op duurzame achterlandverbindingen. ~ Nederlandse zeehavens behouden ook na 2050 marktaandeel in Le-Havre - Hamburg regio ~ Sterke toename marktaandeel short-sea in het continentale vervoer (gaat nu vooral over de weg) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Toegankelijkheid haven Rotterdam licht beperkt doordat, de Nieuwe Waterweg 3 maal per jaar sluit in het jaar 2100 ~ Als gevolg van de sterke toename van de totale transportvolume neemt het belang van de regionale hub-functie van Rotterdam af. Hierdoor verliest Rotterdam marktaandeel ~ Nederlandse zeehavens verliezen tot 2050 beperkt en daarna veel marktaandeel in Le-Havre - Hamburg regio ~ Beperkte toename marktaandeel short-sea in het continentale vervoer (gaat nu vooral over de weg)
Binnenvaart	<ul style="list-style-type: none"> ~ Vaarwegen blijven goed toegankelijk voor de binnenvaart, effect klimaatverandering zeer beperkt ~ Afname relatief belang vervoer bulkgoederen door verduurzaming energie en vertrek zware industrie ~ Binnenvaart heeft een zeer groot aandeel in het vervoer van intercontinentale containers ~ Sterke ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading (containers en pallets) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Vanaf 2050 ondervindt de binnenvaart zeer sterke nadelige gevolgen van klimaatverandering ~ Behoud relatief belang vervoer bulkgoederen door gebruik fossiele energie en behoud zware industrie ~ Binnenvaart heeft aanvankelijk een sterke positie in het vervoer van intercontinentale containers, maar vanaf 2050 neemt dit aandeel door klimaat-effecten sterk af ~ Beperkte ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading (alleen containers)

* NB: Cursieve tekst is door ons nieuw toegevoegd aan scenario's.

Tabel 11: Invulling scenario's Rust en Warm

ONDERWERP	RUST	WARM
Bevolking en economische groei	<ul style="list-style-type: none"> ~ Lage mondiale economische groei ~ Aantal inwoners gelijk tot 2050, daarna daling tot 12 miljoen in 2100 ~ Economie groeit licht tot 2050, daarna kleine krimp 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Lage mondiale economische groei ~ Aantal inwoners gelijk tot 2050, daarna daling tot 12 miljoen in 2100 ~ Economie groeit licht tot 2050, daarna kleine krimp
Effect van Klimaatverandering	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte mondiale klimaatverandering ~ Beperkte klimaatverandering in NL ~ Toename neerslag winter van 4 tot 7% ~ Toename neerslag zomer van 3 tot 6% ~ Zeespiegelstijging 35 cm in 2100 ~ Weinig verandering in rivierafvoeren 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Aanzienlijke mondiale klimaatverandering ~ Aanzienlijke klimaatverandering in NL ~ Toename neerslag winter van 14 tot 28% ~ Afname neerslag zomer van -19 tot -38% ~ Zeespiegelstijging 85 cm in 2100 ~ Veel verandering in rivierafvoeren
Maatschappelijke verduurzaming en technologische ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> ~ Sterke mondiale drive naar verduurzaming van de maatschappij en het transportsysteem ~ Late mondiale energietransitie ~ Beperkte verduurzaming transportsysteem ~ Binnenvaart slaagt erin de achterstand in uitstoot emissies t.o.v. weg en rail vervoer in te lopen en versterkt zo haar marktaandeel ~ Middelmatige ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading met de binnenvaart 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Economie gebaseerd op onbeperkte exploitatie van grondstoffen en fossiele brandstoffen ~ Geen mondiale energietransitie ~ Geen verduurzaming transportsysteem ~ Weinig aandacht voor verduurzaming binnenvaart, binnenvaart verliest marktaandeel t.o.v. spoor en wegvervoer ~ Ontwikkeling multimodaal binnenvaart vervoer van continentale lading blijft volledig uit
Energie en brandstof	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte verduurzaming van de Europese energie infrastructuur: verbeterd netwerk met hoofdverbindingen, decentrale opwekking, zonne-, wind-, getijde-, membraan energie. Inzet op nieuwe LNG centrales voor het garanderen van voldoende energie zekerheid, afbouwen kernenergie ~ Focus op energie- en brandstofreductie ~ Tot 2050 omschakeling van brandstof goederenvervoer (weg vervoer, kust- en binnenvaart) naar mengsel bio-fuels met LNG, vanaf 2050 beperkte overstap naar volledig duurzame brandstoffen zoals algen-fuels, waterstof of solar-fuels 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Verduurzaming van de Europese energie infrastructuur blijft uit. Energie behoefte aanvankelijk voorzien door olie, kolen en gas. Wegens gebrek aan olie wordt vanaf 2050 ook sterk ingezet op schaliegas. Ook nucleaire energie blijft aan de energiebehoefte bijdragen ~ Zeer beperkte focus energie- en brandstofreductie ~ Tot 2100 blijven er voldoende conventionele brandstoffen beschikbaar, de transitie naar duurzame brandstoffen blijft zo goed als uit
Ruimtelijke ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte, compacte verstedelijking; ~ Verstedelijking neemt op termijn flink af ~ Natuur voor ecosysteemdiensten ~ Regionale en verbrede landbouw ~ Landbouwareaal blijft ongeveer constant ~ Natuuroppervlak groeit licht ~ Middelmatige herontwikkeling watergebonden bedrijfstreinen, aanleg nieuwe kaden 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte verstedelijking ~ Verstedelijking neemt op termijn flink af ~ Natuur rond steden ~ Regionale landbouw ~ Landbouwareaal blijft ongeveer constant ~ Natuuroppervlak groeit licht ~ Wegvallen watergebonden bedrijfstreinen ten behoeve van real-estate ontwikkeling
Water voorziening	<ul style="list-style-type: none"> ~ Kleine opgaven voor waterveiligheid ~ Kleine opgaven voor zoetwatervoorziening 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Grote opgaven voor waterveiligheid ~ Grote opgaven voor zoetwatervoorziening
Transportvraag	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte groei totale transportvraag tot 2050, daarna afname van de transportvraag 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte groei totale transportvraag tot 2050, daarna afname van de transportvraag
Ontwikkeling van Europese infrastructuur netwerken	<ul style="list-style-type: none"> ~ Beperkte focus op versterken Europese transport infrastructuur met nadruk op duurzame transport netwerken (spoor, kust-, en binnenvaart) ~ Waar mogelijk met beperkte middelen verbeteren van het Europese vaarwegennet voor het effectieve vervoer van continentale 45' high-cube pallet-wide containers ~ Beperkte uitbreiding van het Europese vaarwegennet 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Ontbrekende focus op versterken Europese infrastructuur. Geen verdere investeringen in het Europese transportnetwerk. ~ Geen verdere upgrade van het Europese vaarwegennet. Netwerk wordt niet geschikt gemaakt voor het vervoer van continentale lading ~ Geen verdere uitbreiding van het Europese vaarwegennet
Zeehavens	<ul style="list-style-type: none"> ~ Haven Rotterdam blijft goed toegankelijk, sluiting Nieuwe Waterweg eens per 5 jaar in het jaar 2100 ~ Afname totale transportvraag versterkt status Rotterdam als regionale (Europese) hub. Het marktaandeel neemt nog verder toe door de aanwezigheid duurzame achterlandverbindingen ~ Nederlandse zeehavens versterken het marktaandeel in Le-Havre - Hamburg regio, vooral richting 2100 ~ Sterke toename marktaandeel short-sea in het continentale vervoer (gaat nu vooral over de weg) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Toegankelijkheid haven Rotterdam licht beperkt doordat, de Nieuwe Waterweg 3 maal per jaar sluit in het jaar 2100 ~ Afname totale transportvraag versterkt status Rotterdam als regionale (Europese) hub, aanwezigheid duurzame achterlandverbindingen leidt niet tot extra doorvoervolumes ~ Nederlandse zeehavens behouden tot 2050 marktaandeel in Le-Havre - Hamburg regio, daarna afname ~ Tot 2050 behoud van marktaandeel short-sea in het continentale vervoer, daarna verlies t.o.v. wegvervoer
Binnenvaart	<ul style="list-style-type: none"> ~ Vaarwegen blijven goed toegankelijk voor de binnenvaart, effect klimaatverandering zeer beperkt ~ Afname relatief belang vervoer bulkgoederen door verduurzaming energie en vertrek zware industrie ~ Binnenvaart heeft een redelijk aandeel in het vervoer van intercontinentale containers ~ Middelmatige ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading (voornamelijk containers maar in beperkte mate ook pallets) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Vanaf 2050 ondervindt de binnenvaart sterke nadelige gevolgen van klimaatverandering ~ Behoud relatief belang vervoer bulkgoederen door gebruik fossiele energie en behoud zware industrie ~ Binnenvaart heeft een zeer beperkt aandeel in het vervoer van intercontinentale containers ~ Ontwikkeling van multimodale container-binnenvaart komt niet van de grond

* NB: Cursieve tekst is door ons nieuw toegevoegd aan scenario's.

Tabel 12: Invulling extra scenario's Doorstomen en Waterdruk

ONDERWERP	DOORSTOMEN	WATERDRUK
Bevolking en economische groei	<ul style="list-style-type: none"> " Hoge mondiale economische groei " Aantal inwoners stijgt tot 20 miljoen in 2050 en 24 miljoen in 2100 " Hoge nationale economische groei, economie blijft groeien met ruim 2% per jaar 	<ul style="list-style-type: none"> " Hoge mondiale economische groei " Aantal inwoners stijgt tot 20 miljoen in 2050 en 24 miljoen in 2100 " Hoge nationale economische groei, economie blijft groeien met ruim 2% per jaar
Effect van Klimaatverandering	<ul style="list-style-type: none"> " Beperkte mondiale klimaatverandering " Beperkte klimaatverandering in NL " Toename neerslag winter van 4 tot 7% " Toename neerslag zomer van 3 tot 6% " Zeespiegelstijging 35 cm in 2100 " Weinig verandering in rivierafvoeren 	<ul style="list-style-type: none"> " Aanzienlijke mondiale klimaatverandering " Aanzienlijke klimaatverandering in NL " Toename neerslag winter van 14 tot 28% " Afname neerslag zomer van -19 tot -38% " Zeespiegelstijging 85 cm in 2100 " Veel verandering in rivierafvoeren
Maatschappelijke verduurzaming en technologische ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Economie gebaseerd op onbeperkte exploitatie van grondstoffen en fossiele brandstoffen</i> " Late en beperkte mondiale energietransitie " <i>Weinig aandacht voor verduurzaming transportsysteem, maar wel focus op kostenreducties door schaalvoordelen.</i> " <i>Weinig aandacht voor verduurzaming binnenvaart, binnenvaart behoudt marktaandeel t.o.v. weg en spoor</i> " <i>Beperkte ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading met de binnenvaart</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Sterke mondiale drive naar verduurzaming van de maatschappij en het transportsysteem</i> " Snelle mondiale energietransitie " <i>Succesvolle verduurzaming transportsysteem</i> " <i>Binnenvaart slaagt erin de achterstand in uitstoot emissies t.o.v. weg en rail vervoer in te lopen en versterkt zo haar marktaandeel</i> " <i>Sterke ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading met de binnenvaart</i>
Energie en brandstof	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Verduurzaming van de Europese energie infrastructuur blijft uit. Energie behoefte aanvankelijk voorzien door olie, kolen en gas (met nadruk op kolen). Wegens gebrek aan olie wordt vanaf 2050 ook sterk ingezet op schalegas als brandstof in de transportsector. Ook nucleaire energie blijft aan de energiebehoefte bijdragen</i> " <i>Beperkte focus energie- en brandstofreductie</i> " <i>Tot 2050 vinden er geen noemenswaardige veranderingen in gebruikte brandstoffen plaats, vanaf 2050 raakt olie op en schakelt men over op aardgas (in het bijzonder schalegas)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Grootschalige verduurzaming van de Europese energie infrastructuur : sterk netwerk met hoofdverbindingen, decentrale opwekking, zonne-, wind-, getijde-, membraan energie. Passende oplossingen voor opslag van energie (b.v. diepe ondergrondse cilinders), afbouwen kernenergie</i> " <i>Sterke focus energie- en brandstofreductie</i> " <i>Tot 2050 omschakeling van brandstof goederenvervoer (weg vervoer, kust- en binnenvaart) naar mengsel bio-fuels met LNG, vanaf 2050 overstap naar volledig duurzame brandstoffen zoals algen-fuels, waterstof of solar-fuels</i>
Ruimtelijke ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> " Sterke verstedelijking in lage dichtheden " Voortgaande verstedelijking " Wonen in en nabij natuur " Grootschalige en multifunctionele landbouw " Tot 2050 daling landbouwareaal, daarna stijging " Natuuroppervlak sterk minder na 2050 " <i>Beperkt verlies van bestaande watergebonden bedrijfsterrinen. Enerzijds sterke druk vanuit real-estate ontwikkeling, anderzijds behoud van watergebonden locaties door toenemende schaal van de transportvolumes, opknappen bestaande kaden</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " Sterke maar compacte verstedelijking " Voortgaande verstedelijking " Veel aaneengesloten, ±obuustequatuur " Reguliere en biologische landbouw " Tot 2050 daling landbouwareaal, daarna stijging " Natuuroppervlak sterk minder na 2050 " <i>Grootschalige herontwikkeling watergebonden bedrijfsterrinen, aanleg nieuwe kaden</i> " <i>De aanleg van stuwen op de (Duitse) Rijn, Waal en Gelderse IJssel verandert het rivierenlandschap aanzienlijk</i>
Water voorziening	<ul style="list-style-type: none"> " Kleine opgaven voor waterveiligheid " Kleine opgaven voor zoetwatervoorziening 	<ul style="list-style-type: none"> " Grote opgaven voor waterveiligheid " Grote opgaven voor zoetwatervoorziening
Transportvraag	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Aanhoudende groei van de totale vraag naar transport over gehele periode tot het jaar 2100</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Aanhoudende groei van de totale vraag naar transport over gehele periode tot het jaar 2100</i>
Ontwikkeling van Europese infrastructuur netwerken	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Beperkte focus op versterken Europese spoor, kust- infrastructuur ten behoeve van economies of scale</i> " <i>Beperkte upgrade van het Europese vaarwegennet voor het effectieve vervoer van continentale 45' high-cube pallet-wide containers</i> " <i>Beperkte uitbreiding van het Europese vaarwegennet</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Sterke focus op versterken Europese transport infrastructuur met nadruk op duurzame transport netwerken (spoor, kust-, en binnenvaart)</i> " <i>Grootschalige upgrade van het Europese vaarwegennet voor het effectieve vervoer van continentale 45' high-cube pallet-wide containers</i> " <i>Grootschalige uitbreiding van het Europese vaarwegennet</i>
Zeehavens	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Haven Rotterdam blijft goed toegankelijk, sluiting Nieuwe Waterweg eens per 5 jaar in het jaar 2100</i> " <i>Als gevolg van de sterke toename van de totale transportvolume verliest de regionale hub-functie van Rotterdam in belang. Hierdoor neemt het marktaandeel in de containerstromen af.</i> " <i>Nederlandse zeehavens verliezen beperkt marktaandeel in Le-Havre - Hamburg regio</i> " <i>Beperkte toename marktaandeel short-sea in het continentale vervoer (gaat nu vooral over de weg)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Toegankelijkheid haven Rotterdam licht beperkt doordat, de Nieuwe Waterweg 3 maal per jaar sluit in het jaar 2100, mogelijk blijft haven bereikbaar door aanleg sluizen</i> " <i>Ondanks een toename van de totale transport volumes behoudt Rotterdam ook na 2050 haar marktaandeel als gevolg van de sterke inzet op duurzame achterlandverbindingen.</i> " <i>Nederlandse zeehavens behouden tot 2050 marktaandeel in Le-Havre - Hamburg Regio, daarna beperkte toename door verbetering bevaarbaarheid achterlandverbindingen met binnenvaart</i> " <i>Sterke toename marktaandeel short-sea in het continentale vervoer (gaat nu vooral over de weg)</i>
Binnenvaart	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Vaarwegen blijven goed toegankelijk voor de binnenvaart, effect klimaatverandering zeer beperkt</i> " <i>Behoud relatief belang vervoer bulkgoederen door gebruik fossiele energie en behoud zware industrie</i> " <i>Binnenvaart heeft een sterke positie in het vervoer van intercontinentale containers</i> " <i>Beperkte ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading (alleen containers)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> " <i>Door aanleg van stuwen in de (Duitse) Rijn, Waal en Gelderse IJssel blijven de vaarwegen goed toegankelijk voor de binnenvaart en worden ze ook betrouwbaarder</i> " <i>Afname relatief belang vervoer bulkgoederen door verduurzaming energie en vertrek zware industrie</i> " <i>Binnenvaart heeft een zeer groot aandeel in het vervoer van intercontinentale containers</i> " <i>Sterke ontwikkeling multimodaal vervoer van continentale lading (containers en pallets)</i>

* NB: Cursieve tekst is door ons nieuw toegevoegd aan scenario's.

6.2 DRUK

In dit scenario gaat hoge economische groei samen met een succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij en een beperkt effect van klimaatverandering.

6.2.1 *Energie en brandstofsector*

De succesvolle energietransitie leidt tot: een reductie van de energiebehoefte, de grootschalige ontwikkeling van duurzame energiebronnen (wind-, zonne-, getijde-, membraam- energie, geothermische warmte, etc.) en de aanleg van een sterk onderliggend energienetwerk met opslagmogelijkheden (b.v. met behulp van ondergrondse cilinders). Het gebruik van kernenergie wordt langzaam afgebouwd¹⁸.

In het personenvervoer zorgt de elektrische auto voor een revolutie maar bruikbare accu's voor het goederenvervoer blijven uit. In het goederentransport ontbreekt het aanvankelijk aan een goede energiedrager. Daarom wordt in de periode tot 2050 sterk ingezet op biobrandstoffen en conventioneel aardgas (schoonste fossiele brandstof). Vanaf 2050 vindt een verdere omschakeling plaats naar volledig duurzame brandstoffen (zoals waterstof, algen-brandstoffen en solar-fuels).

Tot 2050 is er een gebrek aan brandstoffen en loopt de energieprijs sterk op. In het jaar 2100 is energie door de verduurzaming van de energiesector niet langer schaars. De beschikbaarheid van goedkope duurzame energie vormt dan een belangrijke pijler voor de nieuwe duurzame Europese industriesector.

6.2.2 *Zeehavens*

Hoge economische groei gaat samen met een sterke toename van de totale overslag in de zeehavens, maar door een sterke focus op duurzaamheid blijft de groei van de transportvolumes echter achter bij de groei van de economie. In dit opzicht treedt er een sterke ont koppeling tussen economische groei en transport op.

De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op LNG als grondstof en richt zich in een later stadium vooral op de duurzame productie van biobrandstoffen en bio-plastics. De aanvoer van deze grondstoffen vindt in veel kleinere volumes plaats dan aanvankelijk het geval was voor ruwe olie. Dit leidt tot een forse toename van het aantal zeegaande scheepsbewegingen. De verschuiving van olie naar gas zorgt er eveneens voor dat Rotterdam zich ontwikkelt tot een sterk gasrotonde en bunkerfaciliteit voor op LNG varende schepen (met name de kust- en binnenvaart profiteert hier sterk van in de periode tot 2050).

De zware energie verschuift veelal naar de bron (West-Africa, Latijns America, Azie). Hierdoor neemt het aandeel bulkgoederen in de totale overslag gestaagd af. De verschuiving van productiefaciliteiten naar de bron leidt tot een groei van halffabricaten die veelal in containers vervoerd worden. Ook worden er steeds meer materialen gerecycled die eveneens in containers vervoerd worden. Beide trends leiden tot een verdere toename van de containerisatiegraad.

De sterke groei van het diepzee containervervoer maakt het aantrekkelijker om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor neemt het belang van de grotere 'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) af. Daartegenover staat dat de sterke toename van de containerbinnenvaart de concurrentiepositie van

¹⁸ Op dit punt wijkt onze opvatting af van de in Annex 1 gerapporteerde scenario's.

de ARA zeehavens (Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam) versterkt. Hierdoor zijn de Nederlandse zeehavens op lange termijn toch in staat hun marktaandeel in de Le-Havre – Hamburg regio te behouden.

De Europese Unie pakt door om haar doelstellingen ten aanzien van het verschuiven van het lange afstandswegvervoer over de 300 km te realiseren (30% modal shift in 2030 en 50% modal shift in 2050). Het short-sea vervoer ziet kans een groot gedeelte van dit volume naar zich toe te trekken. Dit leidt tot een sterke toename van het continentale containervervoer (in pallet-wide high cube 45 voet containers). Grootschalige aanpassingen in het binnenvaartnetwerk hebben het eveneens mogelijk gemaakt dat een aanzienlijk deel van deze containers per binnenvaart naar de eindbestemming gaan. Dit versterkt de positie van de ARA havens.

Door het uitblijven van extreme klimaatverandering blijft de haven van Rotterdam goed toegankelijk voor de scheepvaart. Naar verwachting zal tegen het einde van de eeuw eens per 5 jaar de toegang van de Nieuwe Waterweg worden afgesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter zeer beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg.

6.2.3 *Binnenvaart*

Door de sterke groei van het transportvolume, de navenante schaalvoordelen, de maatschappelijke drang naar verduurzaming van het transportsysteem, het succesvolle '*modal shift*' beleid van de Europese unie en het uitblijven van grote effecten van klimaatverandering op de binnenwateren neemt het vervoer van goederen per binnenvaartschip enorm toe. Hierbij blijft de binnenvaart niet alleen een leidende rol vervullen in het vervoer van bulk goederen, maar groeit ook het aandeel van de binnenvaart in het diepzee containervervoer. Daarnaast verwerft de binnenvaart een behoorlijk aandeel in het continentale goederenvervoer.

Mede door de komst van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de '*modal split*') stijgt het aandeel van de binnenvaart in de afhandeling van het diepzee containervervoer vanaf 2014 aanzienlijk. Ook zet de ontwikkeling van nieuwe achterlandterminals sterk door. Rond 2020 beschikt de binnenvaart over een fijnmazig netwerk van inland terminals. Vrijwel alle in de buurt van het water gelegen industriegebieden worden binnen een straal van 20 kilometer door een terminal ontsloten. Verder treedt grootschalige herontwikkeling van watergebonden bedrijfsterreinen op en gaan bedrijven zich weer aan het water vestigen.

In de periode van 2020 tot 2050 wordt door de Europese Unie besloten om volop te investeren in het opwaarderen van het Europese vaarwegennetwerk. Dit teneinde de ambitieuze klimaatdoelstellingen voor de transportsector te realiseren. Dit leidt naast de aanleg van het Canal Seine – Nord Europe en het oplossen van de bottlenecks in de Donau ook tot de aanleg van het Twente – Mittelland Kanaal, een nieuwe Rijn – Rhône verbinding en een nieuw kanaal van Zeebrugge naar Gent.

Om met het directe wegvervoer te kunnen concurreren moet de binnenvaart echter ook in staat worden gesteld om op een efficiënte wijze continentale 45 voet containers te vervoeren. Rond 2020 zijn deze containers echter nog niet compatibel met de aanwezige vaarweginfrastructuur. Zo passen er net geen 4 rijen continentale

containers naast elkaar in een groot Rijnschip en kunnen er door de grotere hoogte van deze high cube containers op veel trajecten minder lagen (volle) containers worden vervoerd. In de periode tot 2050 wordt daarom sterk ingezet op het verbeteren van de kwaliteit van de bestaande binnenvaartverbindingen. Hierbij gaat het in eerste instantie om het geschikt maken van de klasse IV+ vaarwegen voor het vervoer van continentale containers, maar richting 2050 neemt de interesse voor het continentale containervervoer op de kleinere klasse III vaarwegen weer toe. Noemenswaardig is het zeer 'gründlich' met 3,5 meter ophogen van alle bruggen op het Mittelland kanaal en de verdere verbinding naar Berlijn, Hamburg en Bremen teneinde 3 laags continentale containervaart mogelijk te maken.

Voor de langere termijn tot het jaar 2100 wordt bij het vervangen van kunstwerken eveneens rekening gehouden met een grotere toekomstige breedte van de schepen. Zo wordt de breedte van de sluisen op de Rijn vergroot van 12 naar 12,5 meter om het 4 rijen breed vervoeren van continentale containers mogelijk te maken.

De investeringen in het Europese binnenvaartnetwerk worden voor een groot deel gefinancierd doordat de Europese Unie is overgegaan tot het internaliseren van externe kosten. Dit levert een extra stimulans op voor het vervoer over water. Zeker nadat de binnenvaart een enorme inhaalslag heeft gemaakt ten aanzien van het brandstofverbruik en de uitstoot van brandstofemissies.

De grootschalige herontwikkeling van bedrijfsterreinen, investeringen in het Europese vaarwegennet en de internalisering van de externe kosten maken het aantrekkelijk om goederen over de binnenwateren te vervoeren. In de periode van 2020 tot 2050 leidt dit tot een snelle en succesvolle ontwikkeling van continentaal containervervoer. Hiermee draagt de binnenvaart sterk bij aan het realiseren van de 50% 'modal shift' doelstelling voor het jaar 2050.

Doordat bedrijven zich weer aan het water gevestigd hebben zijn de voor- en natransportkosten voor vervoer over water sterk afgenomen. In combinatie met de schaalvoordelen en kostenvoordelen die gekoppeld zijn aan een vermindering van de externe effecten leidt dit rond 2050 tot de eerste succesvolle initiatieven voor de ontwikkeling van pallet distributie netwerken. Rond 2100 wordt derhalve ook een groot deel van de LTL (less than truck load) deelladingen over het water vervoerd. Dit leidt vanaf 2050 eveneens tot een opleving van de kleinere klasse II en III vaarwegen.

6.3 **STOOM**

In dit scenario gaat hoge economische groei samen met een zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en een sterk effect van klimaatverandering.

6.3.1 *Energie en brandstofsector*

Door het uitblijven van mondiale klimaatafspraken komt de energietransitie vrijwel niet van de grond. De hoge groei leidt weliswaar tot toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen, maar de hogere prijs maakt het delven van moeilijk exploiteerbare kolen, olie en gasreserves toch lucratief. Vooral het gebruik van kolen neemt vanwege de grote nog aanwezige reserves sterk toe. Daarnaast wordt ingezet op kernenergie en de grootschalige winning van schaliegas. Met name het gebruik van schaliegas neemt in de periode na 2050 een grote vlucht.

Verduurzaming van de energie en transportsector treedt pas laat in de eeuw in. In eerste instantie blijft men vooral gebruik maken van olie maar in een latere fase (vanaf 2050) wordt ook steeds meer gebruik gemaakt van onconventioneel aardgas. Verder wordt er ondanks de nadelige effecten op het milieu steeds meer vloeibare brandstof uit kolen gemaakt (coal to liquid). Derhalve blijven er tot laat in de 21^{ste} eeuw grote hoeveelheden fossiele brandstoffen over de wereld verscheept worden.

Doordat er steeds nieuwe voorraden gevonden worden blijft er voldoende energie beschikbaar, zij het tegen een hogere prijs dan we nu gewend zijn. Door de mondialisering en de economische groei stijgen de energiekosten aanvankelijk sterk, maar door nieuwe vondsten en winningstechnieken (zoals de exploitatie van schaliegas) vlakkt de prijsstijging in de tweede helft van de eeuw af.

6.3.2 *Zeehavens*

De hoge economische groei gaat samen met een sterke toename van de totale overslagvolumes in de zeehavens. Als gevolg van de doorgaande globalisatie en gebrekkige focus op verduurzaming van productie en transportactiviteiten treedt er vrijwel geen ontkoppeling tussen de groei van de economie en het transport op.

De petrochemische industrie blijft een sterke pijler voor zowel het Rotterdamse als het Antwerpse havengebied. De stijging van de brandstofprijzen en verruiming van het Suezkanaal hebben ertoe geleid dat de scheepsgrootte van de tankers nog iets verder toegenomen is. In de periode na 2050 worden de olievoorraden beperkter en schakelt men steeds meer over op aardgas dat veelal op een niet duurzame onconventionele wijze gewonnen wordt (schaliegas). De verschuiving van olie naar gas zorgt er eveneens voor dat Rotterdam zich ontwikkelt tot een gasrotonde en bunkerfaciliteit voor op LNG varende schepen (met name de kust- en binnenvaart profiteert hier sterk van in de periode vanaf 2050).

De zware energie blijft veelal in Europa gevestigd waardoor de aanvoer van bulkgoederen nog steeds een zeer belangrijke rol blijft vervullen in de haven van Rotterdam. Ook worden er steeds meer kolen vanuit China geïmporteerd om aan de stijgende vraag naar energie te blijven voldoen. Uit kostenoverwegingen worden een beperkt aantal eenvoudig terug te winnen materialen gerecycled, maar nog steeds beland een groot deel van de afvalproducten in de verbrandingsoven. Het effect van gerecycleerde materialen op het totale transportvolume is derhalve beperkt.

De sterke groei van het diepzee containervervoer maakt het aantrekkelijk om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor neemt het belang van de grotere 'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) in de periode tot 2050 beperkt af. Vanaf 2050 krijgen de zeehavens te kampen met grotere gevolgen van klimaatverandering. Zo verslechtert de betrouwbaarheid van binnenvaart-lijndiensten aanzienlijk als gevolg van extreme laagwaterstanden op de Rijn. Hierdoor verliezen de Nederlandse en Belgische zeehavens meer marktaandeel in de Le-Havre – Hamburg regio.

Door de extreme gevolgen van klimaatverandering heeft de haven van Rotterdam tegen het einde van de 21^{ste} eeuw steeds vaker te maken met een sluiting van de Nieuwe Waterweg. Gemiddeld genomen wordt de Nieuwe Waterweg drie maal per jaar gesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter zeer beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg. Wel verliezen de ARA zeehavens marktaandeel in de LHR als gevolg van de verslechtering van achterlandverbinding met de binnenvaart.

De Europese Unie heeft grotendeels afgezien van haar doelstellingen ten aanzien van het bewerkstelligen van de 'modal split'. Hierdoor wordt er niet veel geïnvesteerd in het verbeteren van de Europese binnenvaartinfrastructuur. Desondanks weet het short-sea vervoer (in combinatie met het rail vervoer) toch in beperkte mate haar aandeel in het continentale vervoer te versterken. Deze trend wordt vooral gedreven door de sterke groei van de volumes en de mogelijkheden tot het behalen van schaalvoordelen en kostenreducties (b.v. ten aanzien van het totale brandstofverbruik). Dit leidt tot een beperkte groei van het continentale short-sea container vervoer (t.o.v. het directe wegvervoer).

6.3.3 *Binnenvaart*

Door de sterke groei van het transportvolume en navenante schaalvoordelen heeft de binnenvaart een sterke positie in het vervoer van bulkclading en continentale containers. Deze positie blijft tot na 2050 gewaarborgd. Richting het einde van de 21^{ste} eeuw worden de problemen met klimaatverandering echter van dien aard dat de binnenvaart een aanzienlijk deel van haar marktaandeel verliest (containers gaan zowel over de weg als over het spoor; bulk vervoer verschuift richting het spoor).

Mede door de komst van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de 'modal split') stijgt het aandeel in het diepzee containervervoer vanaf 2014 aanzienlijk. Ook neemt de ontwikkeling van nieuwe containerterminals vanwege de mogelijke efficiency en brandstofbesparingen nog steeds beperkt toe. Rond 2020 beschikt de binnenvaart zodoende over een behoorlijk netwerk van inland terminals. Vrijwel alle in de buurt van het water gelegen industriegebieden worden binnen een straal van 30 kilometer door een terminal ontsloten. Als gevolg van real-estate ontwikkeling neemt het aantal beschikbare binnenvaartkades met name op de kleinere vaarwegen verder af. Daartegenover staat dat er nog steeds een behoorlijk deel van de watergebonden locaties voor de binnenvaart behouden blijft en dat er eveneens geïnvesteerd wordt in het verbeteren van de kwaliteit van de nog overgebleven kaden en overslagfaciliteiten.

Om de grote groei in de transportvolumes op te vangen wordt nog steeds beperkt geïnvesteerd in het verbeteren van de Europese transportinfrastructuur. De voornaamste uitbreiding is het reeds lang geplande Canal Seine – Nord Europe dat eigenlijk al in 2016 gereed had moeten zijn, maar uiteindelijk rond 2030 geopend wordt. Aansluitend op dit kanaal wordt ook een nieuwe verbinding gegraven tussen Zeebrugge en Gent. De motivatie voor deze investeringen is vooral gerelateerd aan het vervoer van bulk goederen en intercontinentale diepzee containers. Er is weinig aandacht voor het multimodaal vervoer van continentale lading.

Van het voorgenomen beleid om reeds in 2050 zo'n 50% van het lange afstand wegvervoer over de 300 km om te buigen naar multimodale transportoplossingen komt niet heel veel terecht. Op sommige trajecten wordt wel met relatief beperkte middelen een beperkte verhoging van de bruggen gerealiseerd. Ook wordt op sommige trajecten een ontheffing gegeven om met iets bredere schepen te varen. Hierdoor kan toch op beperkte schaal continentaal containervervoer van de grond komen (met name op de as Parijs – Antwerpen – Rotterdam - Duisburg). De ontwikkeling van continentale palletdistributienetwerken blijft volledig uit.

Tot 2050 blijven de gevolgen van klimaatverandering op de binnenvaart relatief beperkt. Ondanks forse beperkingen in diepgang blijft de Rijn bevaarbaar. Vanaf 2050 worden de variaties in rivierafvoer steeds groter en dit brengt grote problemen met zich mee. Gemiddeld genomen kunnen grotere binnenvaartschepen in de periode juli t/m oktober nog maar met een beladingsgraad van 30% naar het Ruhrgebied varen. Voor de hoger gelegen gebieden is de Rijn in deze periode niet meer bevaarbaar voor de West-Europese binnenvaartvloot. Om bij deze lage waterstanden te kunnen blijven varen zijn veel ondiepere schepen nodig, maar voor deze schepen zouden de gemiddelde kosten per ton op jaarbasis enkele malen hoger uitvallen. Hierdoor is de business case voor specifieke laagwaterschepen niet rond te krijgen.

Voor het vervoer naar hoger gelegen gebieden op de Rijn (bijvoorbeeld richting Kaub) heeft de markt in beperkte mate een alternatieve oplossing gevonden. Op de Donau is er doorgaans veel minder waterdiepte beschikbaar dan op de Rijn. Donauschepen zijn daarom van oudsher voor een veel lagere diepgang gebouwd (met dus ook gemiddeld genomen aanzienlijk hogere kosten per ton). Tijdens de droge perioden is de Donau eveneens voor deze schepen niet meer bevaarbaar. In de laag water periode varen de Donau schepen daarom naar West-Europa waar zij doorgaans een zeer goede prijs op kunnen varen in het vervoer van goederen naar de hoger gelegen Rijn (die voor Rijnschepen niet langer bevaarbaar is). De capaciteit van de Donauvloot is echter klein vergeleken bij de West-Europese vloot. Hierdoor kan slechts een klein deel van de beschikbare vracht vervoerd worden (tegen zeer hoge tarieven).

Als gevolg van laag water effecten nemen tegen het einde van de eeuw de gemiddelde transportkosten per ton (op jaarbasis) aanzienlijk toe. Dit heeft een drukkend effect op de totale vervoervolumes met de binnenvaart.

6.4 RUST

In dit scenario gaat lage economische groei samen met een succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij en een beperkt effect van klimaatverandering.

6.4.1 *Energie en brandstofsector*

Ondanks het uitblijven van sterke economische groei wordt er toch op beperkte schaal geïnvesteerd in duurzame energie. Zo leidt de energietransitie tot een reductie van de energiebehoefte, een beperkte ontwikkeling van duurzame energiebronnen (wind-, zonne-, getijde-, membraam- energie, geothermische warmte, etc.) en een verbetering van het onderliggend energienetwerk. Voor het garanderen van de energiezekerheid wordt vooral ingezet op de bouw van nieuwe LNG gestookte centrales. Richting het einde van de 21^{ste} eeuw zijn vrijwel alle olie en kolen gestookte centrales vervangen door duurzame energie in combinatie met aardgas. Het gebruik van kernenergie wordt langzaam afgebouwd.

In het personenvervoer neemt het aandeel van elektrische auto's sterk toe maar geschikte accu's voor het goederenvervoer blijven uit. In het goederentransport ontbreekt het aanvankelijk aan een goede energiedrager. In de periode tot 2050 wordt steeds meer gebruik gemaakt van biobrandstoffen en conventioneel aardgas (schoonste fossiele brandstof). Na 2050 vindt langzaam een volledig omschakeling naar duurzame brandstoffen (zoals waterstof, algen-brandstoffen en solar-fuels) plaats, maar LNG blijft in het goederenvervoer desondanks tot laat in de 21^{ste} eeuw een belangrijke rol spelen.

Aanvankelijk zijn er door de beperkte economische groei nog voldoende fossiele brandstoffen beschikbaar. Europa kiest er echter bewust voor om haar energiesector te hervormen en de afhankelijkheid van buitenlandse invoer te verminderen. Ook is zij vastberaden de klimaatdoelstellingen te realiseren. Vanaf het jaar 2050 wordt energie steeds goedkoper. De beschikbaarheid van goedkope duurzame energie vormt in het jaar 2100 een belangrijke pijler voor de duurzame industriesector.

6.4.2 *Zeehavens*

De lage economische groei gaat samen met een beperkte toename van de totale overslagvolumes in de zeehavens. De sterke focus op duurzaamheid zorgt eveneens voor een verdere ontkoppeling van economische groei en transport. Hierdoor blijft de groei nog verder achter dan men op grond van historische groeivoeten verwacht zou hebben. De havens worden vanaf 2050 geconfronteerd met krimp.

De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op LNG als grondstof en richt zich in een later stadium vooral op de duurzame productie van biobrandstoffen en bio-plastics. De aanvoer van deze grondstoffen vindt in veel kleinere volumes plaats dan aanvankelijk het geval was voor ruwe olie. Dit leidt tot een toename van het aantal zeegaande scheepsbewegingen die door de krimp van de totale volumes goed opgevangen kan worden. De verschuiving van olie naar gas zorgt er eveneens voor dat Rotterdam zich ontwikkelt tot een regionale gasrotonde met bunkerfaciliteiten voor op LNG varende schepen (met name de kust- en binnenvaart profiteert hier sterk van, zowel in de periode tot 2050 als daarna).

De zware energie verschuift veelal naar de bron (West-Afrika, Latijns Amerika, Azië). Hierdoor neemt het aandeel bulkgoederen in de totale overslag gestaagd af.

De verschuiving van productiefaciliteiten naar de bron leidt tot een groei van halffabricaten die veelal in containers vervoerd worden. Ook worden er steeds meer materialen gerecycled die eveneens in containers vervoerd worden. Beide trends leiden tot een toename van de containerisatiegraad.

De beperkte groei van het diepzee containervervoer maakt het voor reders minder aantrekkelijk om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor behouden de grotere 'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) hun marktaandeel. Door de aanwezigheid van een zeer efficiënte en duurzame achterlandverbinding met de binnenvaart weten Rotterdam en Antwerpen hun marktaandeel verder te versterken. Dit leidt eveneens tot een stijging van het aandeel van de Nederlandse en Belgische zeehavens in de Le-Havre – Hamburg regio.

De Europese Unie is vastberaden om haar doelstellingen ten aanzien van het verschuiven van het lange afstandswegvervoer over de 300 km te realiseren (30% modal shift in 2030 en 50% modal shift in 2050). Het short-sea vervoer ziet kans een behoorlijk gedeelte van dit volume naar zich toe te trekken. Dit leidt tot een sterke toename van het continentale containervervoer (in pallet-wide high cube 45 voet containers). Aanpassingen in het binnenvaartnetwerk hebben het verder mogelijk gemaakt om een deel van deze containers per binnenvaart naar de eindbestemming te vervoeren. Dit versterkt de positie van de ARA havens.

Door het uitblijven van extreme klimaatverandering blijft de haven van Rotterdam goed toegankelijk voor de scheepvaart. Naar verwachting zal tegen het einde van de eeuw eens per 5 jaar de toegang van de Nieuwe Waterweg worden afgesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter zeer beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg.

6.4.3 *Binnenvaart*

Door de maatschappelijke drang naar verduurzaming van het transportsysteem, het succesvolle 'modal shift' beleid van de Europese Unie en het uitblijven van grote effecten van klimaatverandering op de binnenwateren neemt het vervoer van goederen per binnenvaartschip sterk toe. Hierbij blijft de binnenvaart niet alleen een leidende rol vervullen in het vervoer van bulk goederen, maar groeit ook het aandeel van de binnenvaart in het diepzee containervervoer en verwerft de binnenvaart een beperkt aandeel in het continentale goederenvervoer.

Mede door de komst van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de modal split) stijgt het aandeel in het diepzee containervervoer vanaf 2014 aanzienlijk. Ook zet de ontwikkeling van nieuwe achterlandterminals zich verder door. Rond 2020 beschikt de binnenvaart zodoende over een gedegen netwerk van inland terminals. Vrijwel alle in de buurt van het water gelegen industriegebieden worden binnen een straal van 25 kilometer door een terminal ontsloten. Daarnaast treedt er herontwikkeling van watergebonden bedrijfsterreinen op en gaan sommige bedrijven zich ook weer aan het water vestigen.

In de periode van 2020 tot 2050 wordt door de Europese Unie besloten om beperkt te investeren in het opwaarderen van het Europese vaarwegennetwerk teneinde de

klimaatdoelstellingen voor de transportsector te realiseren. Hierdoor lukt het toch om, zij het met enige vertraging, de aanleg van het Canal Seine – Nord Europe in 2025 te realiseren. Gelijktijdig wordt eveneens een nieuw kanaal van Zeebrugge naar Gent gegraven. Daarnaast wordt er waar mogelijk met beperkte middelen ingezet op het verbeteren van de kwaliteit van de bestaande binnenvaartverbindingen.

Om met het directe wegvervoer te kunnen concurreren moet de binnenvaart echter ook in staat worden gesteld om op een efficiënte wijze continentale 45 voet containers te vervoeren. Rond 2020 zijn deze containers echter nog niet compatibel met de aanwezige vaarweginfrastructuur (zo passen er net geen 4 rijen continentale containers naast elkaar in een groot Rijnschip en kunnen er door de grotere hoogte van deze high cube containers op veel trajecten minder lagen containers worden meegenomen). In de periode tot 2050 wordt daarom sterk ingezet op het verbeteren van de kwaliteit van de bestaande binnenvaartverbindingen. Hierbij gaat het in eerste instantie om het geschikt maken van de klasse IV+ vaarwegen voor het vervoer van continentale containers, maar richting 2050 neemt ook de interesse voor het continentale containervervoer op de kleinere klasse III vaarwegen weer toe. Noemenswaardig is het met 1 meter ophogen van alle bruggen op het Mittelland kanaal en de verdere verbinding naar Berlijn, Hamburg en Bremen teneinde 2 laags continentale containervaart mogelijk te maken.

Voor de langere termijn tot het jaar 2100 wordt bij het vervangen van kunstwerken eveneens rekening gehouden met een grotere toekomstige breedte van de schepen. Zo wordt de breedte van de sluisen op de Rijn vergroot van 12 naar 12,5 meter om het 4 rijen breed vervoeren van continentale containers mogelijk te maken.

De investeringen in het Europese binnenvaartnetwerk worden voor een groot deel gefinancierd doordat de Europese Unie is overgegaan tot het internaliseren van externe kosten. Dit levert een extra stimulans op voor het vervoer over water dat zich in de periode tot 2050 sterk verduurzaamd heeft.

De beperkte herontwikkeling van bedrijfsterreinen, investeringen in het Europese vaarwegennet en de internalisering van de externe kosten maken het mogelijk om goederen weer over de binnenwateren te vervoeren. In de periode tot 2050 leidt dit tot een middelmatige ontwikkeling van continentaal containervervoer (dat voor 2020 nog nauwelijks van de grond gekomen is). Hiermee draagt de binnenvaart bij aan het realiseren van de 50% doelstelling voor het jaar 2050.

Doordat sommige bedrijven zich weer aan het water gevestigd hebben zijn de voor- en natransportkosten voor vervoer over water voor een aantal verladers sterk afgenomen. In combinatie met de kostenvoordelen die gekoppeld zijn aan een vermindering van de externe effecten leidt dit rond 2050 tot enkele succesvolle initiatieven voor het opzetten van palletdistributienetwerken. Rond 2100 wordt zodoende een bescheiden deel van de LTL (less than truck load) deelladingen over het water vervoerd. Dit leidt vanaf 2050 tot een verdere opleving van de kleinere klasse II en III vaarwegen.

6.5 WARM

In dit scenario gaat lage economische groei samen met een zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en een sterk effect van klimaatverandering.

6.5.1 *Energie en brandstofsector*

Door het uitblijven van mondiale klimaatafspraken komt de energietransitie vrijwel niet van de grond, maar gezien de beperkte mondiale economische groei blijven fossiele brandstoffen (kolen, olie en gas) nog geruime tijd beschikbaar. Wel lopen de prijzen naar het einde van de eeuw steeds verder op. In verloop van tijd neemt het belang van aardgas steeds verder toe. Ook wordt er sterk ingezet op het winnen van niet conventioneel schaliegas dat nog redelijk betaalbaar te exploiteren is. Kernenergie blijft een belangrijke rol in de Europese energievoorziening spelen. Het verhogen van de energie efficiëntie, de winning van hernieuwbare energie en het opwekken van energie uit biomassa gaan pas aan het einde van de eeuw enige rol van betekenis spelen.

Verduurzaming van de energie en transportsector treedt pas laat in de eeuw in. In eerste instantie blijft men vooral gebruik maken van olie, maar in een latere fase (vanaf 2050) wordt steeds meer gebruik gemaakt van onconventioneel aardgas. Ook wordt ondanks de zeer nadelige gevolgen voor het milieu steeds meer vloeibare brandstof uit kolen gemaakt (coal to liquid). Derhalve blijven fossiele brandstoffen tot laat in de 21^{ste} eeuw over de wereld verscheept worden.

Doordat er steeds nieuwe voorraden gevonden worden blijft er voldoende energie beschikbaar, zij het tegen een iets hogere prijs dan we nu gewend zijn. Door de uitblijvende investeringen in nieuwe methoden voor het winnen van conventionele (of duurzame) energie blijven de brandstofprijzen stijgen en lopen deze tegen het einde van de 21^{ste} eeuw hoog op.

6.5.2 *Zeehavens*

De beperkte economische groei leidt eveneens tot een beperkte toename van de totale overslagvolumes in de zeehavens. Als gevolg van de doorgaande globalisatie en gebrekkige focus op verduurzaming van productie en transportactiviteiten treedt er vrijwel geen ontkoppeling tussen de groei van de economie en het transport op.

De petrochemische industrie blijft een sterke pijler voor zowel het Rotterdamse als het Antwerpse havengebied. Door het uitblijven van een sterke groei zijn de afmetingen van de olie tankers min of meer gelijk gebleven. In de periode na 2050 loopt de olieprijs verder op en schakelt men deels over op aardgas dat veelal op een niet duurzame onconventionele wijze gewonnen wordt (schaliegas).

De zware energie blijft veelal in Europa gevestigd waardoor de aanvoer van bulkgoederen nog steeds een belangrijke rol blijft vervullen in de haven van Rotterdam. Uit kostenoverwegingen worden een beperkt aantal eenvoudig terug te winnen materialen gerecycled, maar het overgrote deel van de afvalproducten beland in de verbrandingsoven. Het effect van gerecycleerde materialen op het totale transportvolume is derhalve zeer beperkt.

De beperkte groei van het diepzee containervervoer maakt het voor reders minder aantrekkelijk om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor behouden de grotere

'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) hun marktaandeel. Dit voordeel wordt vanaf 2050 echter tenietgedaan doordat de betrouwbaarheid van de achterlandverbindingen met de binnenvaart sterk verslechteren als gevolg van extreme laagwaterstanden. Voor de Nederlandse zeehavens geldt dat zij hun marktaandeel in de periode tot 2050 nog weten te behouden, maar daarna verliezen zij toch marktaandeel als gevolg van de verslechterde achterland verbinding met de binnenvaart.

Door de extreme gevolgen van klimaatverandering heeft de haven van Rotterdam tegen het einde van de 21^{ste} eeuw ook steeds vaker te maken met een sluiting van de Nieuwe Waterweg. Gemiddeld genomen wordt de Nieuwe Waterweg drie maal per jaar gesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg.

De Europese Unie heeft afgezien van haar doelstellingen ten aanzien van het bewerkstelligen van de 'modal split'. Hierdoor wordt er niet meer geïnvesteerd in het verbeteren van de Europese binnenvaartinfrastructuur. Door het uitblijven van verdere schaalvoordelen is het short-sea vervoer niet in staat haar aandeel in het continentale vervoer te versterken. Op termijn neemt het aandeel in het continentale vervoer zelfs verder af doordat de krimpende volumes resulteren in grote distributiecentra en meer 'just in time delivery' over de weg.

6.5.3 Binnenvaart

In de periode tot 2050 neemt het totale vervoersvolume nog steeds toe en blijven de effecten van klimaatverandering op de rivierafvoer nog redelijk beperkt. Aanvankelijk stijgt het aandeel van de binnenvaart in het containervervoer na het open stellen van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de 'modal split'), maar door de beperkte groei van de volumes ziet het havenbedrijf zich toch genoodzaakt van haar dwingende eisen ten aanzien van de 'modal split' af te zien. Hierdoor is de binnenvaart vanaf 2020 niet langer in staat haar marktaandeel in het containervervoer te vergroten. Als gevolg van uitblijvende groei, hoge kosten en hevige concurrentie kan een aantal inland terminals niet langer het hoofd boven water houden en wordt het terminal landschap uitgedund.

Van het voorgenomen Europese modal shift beleid komt niet veel terecht en van enige verbetering van het Europese vaarwegennetwerk is vrijwel geen sprake. De ontwikkeling van het Canal Seine – Nord Europe is vanaf 2020 geheel van de baan. De beschikbare hoogte onder bruggen wordt niet vergroot en heffingen op externe kosten blijven uit. Vervoer over water heeft absoluut geen prioriteit.

Vanaf 2020 neemt het vervoer op de kleinere vaarwegen af door het wegvallen van kleine schepen (na 1960 zijn er vrijwel geen klasse II en III schepen meer gebouwd en de op deze schepen varende schippers zijn al aardig op leeftijd) en gezien de beperkte schaalvoordelen van deze schepen loont het niet om deze te vervangen. Op de hoofdstromen weet de binnenvaart zich nog wel redelijk staande te houden (behoud marktaandeel tot 2050) in het vervoer van bulk goederen en continentale containers. De binnenvaart ziet geen kans om enig belang in het continentale vervoer (dat nu vrijwel geheel over de weg gaat) te verwerven.

Tot 2050 blijven de gevolgen van klimaatverandering op de binnenvaart relatief beperkt. Ondanks forse beperkingen in diepgang blijft de Rijn bevaarbaar. Vanaf 2050 worden de variaties in rivierafvoer steeds groter en dit brengt grote problemen met zich mee. Gemiddeld genomen kunnen grotere binnenvaartschepen in de periode juli t/m oktober nog maar met een beladingsgraad van 30% naar het Ruhrgebied varen. Voor de hoger gelegen gebieden is de Rijn in deze periode niet meer bevaarbaar voor de West-Europese binnenvaartvloot. Om bij deze lage waterstanden te kunnen blijven varen zijn veel ondiepere schepen nodig, maar voor deze schepen zouden de gemiddelde kosten per ton op jaarbasis enkele malen hoger uitvallen. Hierdoor is de business case voor specifieke laagwaterschepen niet rond te krijgen.

Voor het vervoer naar hoger gelegen gebieden op de Rijn (bijvoorbeeld richting Kaub) heeft de markt in beperkte mate een alternatieve oplossing gevonden. Op de Donau is er doorgaans veel minder waterdiepte beschikbaar dan op de Rijn. Donauschepen zijn daarom van oudsher voor een veel lagere diepgang gebouwd (met dus ook gemiddeld genomen aanzienlijk hogere kosten per ton). Tijdens de droge perioden is de Donau eveneens voor deze schepen niet meer bevaarbaar. In de laag water periode varen de Donau schepen daarom naar West-Europa waar zij doorgaans een goede prijs op kunnen varen in het vervoer van goederen naar de hoger gelegen Rijn (die voor Rijnschepen niet langer bevaarbaar is). De capaciteit van de Donauvloot is echter klein vergeleken bij de West-Europese vloot. Hierdoor kan slechts een klein deel van de beschikbare vracht vervoerd worden (tegen zeer hoge tarieven).

Als gevolg van laag water effecten nemen tegen het einde van de eeuw de gemiddelde transportkosten per ton (op jaarbasis) aanzienlijk toe. Dit heeft een drukkend effect op de totale vervoervolumes met de binnenvaart.

6.6 DOORSTOMEN

In dit scenario gaat hoge economische groei samen met een zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij en een beperkt effect van klimaatverandering.

6.6.1 *Energie en brandstofsector*

Door het uitblijven van mondiale klimaatafspraken komt de energietransitie vrijwel niet van de grond. De hoge groei leidt weliswaar tot toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen, maar de hogere prijs maakt het delven van moeilijk exploiteerbare kolen, olie en gasreserves toch lucratief. Vooral het gebruik van kolen neemt vanwege de grote nog aanwezige reserves sterk toe. Daarnaast wordt ingezet op kernenergie en de grootschalige winning van schaliegas. Met name het gebruik van schaliegas neemt in de periode na 2050 sterk toe.

Verduurzaming van de energie en transportsector treedt pas laat in de eeuw in. In eerste instantie blijft men vooral gebruik maken van olie maar in een latere fase (vanaf 2050) wordt ook steeds meer gebruik gemaakt van onconventioneel aardgas. Verder wordt er ondanks de nadelige effecten op het milieu steeds meer vloeibare brandstof uit kolen gemaakt (coal to liquid). Derhalve blijven er tot laat in de 21^{ste} eeuw grote hoeveelheden fossiele brandstoffen over de wereld verscheept worden.

Doordat er steeds nieuwe voorraden gevonden worden blijft er voldoende energie beschikbaar, zij het tegen een iets hogere prijs dan we nu gewend zijn. Door de mondialisering en de economische groei stijgen de energiekosten aanvankelijk sterk, maar door nieuwe vondsten en winningstechnieken (zoals de exploitatie van schaliegas) vlakt de prijsstijging in de tweede helft van de eeuw af.

6.6.2 *Zeehavens*

De hoge economische groei gaat samen met een sterke toename van de totale overslagvolumes in de zeehavens. Als gevolg van de doorgaande globalisatie en gebrekkige focus op verduurzaming van productie en transportactiviteiten treedt er vrijwel geen ontkoppeling tussen de groei van de economie en het transport op.

De petrochemische industrie blijft een sterke pijler voor zowel het Rotterdamse als het Antwerpse havengebied. De stijging van de brandstofprijzen en verruiming van het Suezkanaal hebben ertoe geleid dat de scheepsgrootte van de tankers nog iets verder toegenomen is. In de periode na 2050 worden de olievoorraden beperkter en schakelt men steeds meer over op aardgas dat veelal op een niet duurzame onconventionele wijze gewonnen wordt (schaliegas). De verschuiving van olie naar gas zorgt er eveneens voor dat Rotterdam zich ontwikkelt tot een sterk gasrotonde en bunkerfaciliteit voor op LNG varende schepen (met name de kust- en binnenvaart profiteert hier sterk van in de periode vanaf 2050).

De zware energie blijft veelal in Europa gevestigd waardoor de aanvoer van bulkgoederen nog steeds een zeer belangrijke rol blijft vervullen in de haven van Rotterdam. Ook worden er steeds meer kolen vanuit China geïmporteerd om aan de stijgende vraag naar energie te blijven voldoen. Uit kostenoverwegingen worden een beperkt aantal eenvoudig terug te winnen materialen gerecycled, maar nog steeds beland een groot deel van de afvalproducten in de verbrandingsoven. Het effect van gerecycleerde materialen op het totale transportvolume is derhalve beperkt.

De sterke groei van het diepzee containervervoer maakt het aantrekkelijk om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor neemt het belang van de grotere 'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) in de periode tot 2050 beperkt af. Vanaf 2050 krijgen de zeehavens te kampen met grotere gevolgen van klimaatverandering. Zo verslechtert de betrouwbaarheid van binnenvaart-lijndiensten aanzienlijk als gevolg van extreme laagwaterstanden op de Rijn. Hierdoor verliezen de Nederlandse en Belgische zeehavens marktaandeel in de Le-Havre – Hamburg regio.

De Europese Unie heeft grotendeels afgezien van haar doelstellingen ten aanzien van het bewerkstelligen van de 'modal split'. Hierdoor wordt er niet veel geïnvesteerd in het verbeteren van de Europese binnenvaartinfrastructuur. Desondanks weet het short-sea vervoer (in combinatie met het rail vervoer) toch in beperkte mate haar aandeel in het continentale vervoer te versterken. Deze trend wordt vooral gedreven door de sterke groei van de volumes en de mogelijkheden voor het behalen van schaalvoordelen en kostenreducties (b.v. ten aanzien van het totale brandstofverbruik). Dit leidt tot een beperkte groei van het continentale short-sea container vervoer (t.o.v. het directe wegvervoer).

Door het uitblijven van extreme klimaatverandering blijft de haven van Rotterdam goed toegankelijk voor de scheepvaart. Naar verwachting zal tegen het einde van de eeuw eens per 5 jaar de toegang van de Nieuwe Waterweg worden afgesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter zeer beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg.

6.6.3

Binnenvaart

Door de sterke groei van het transportvolume en navenante schaalvoordelen heeft de binnenvaart een sterke positie in het vervoer van bulkclading en continentale containers. Deze positie blijft tot na 2050 gewaarborgd. Richting het einde van de 21^{ste} eeuw worden de problemen met klimaatverandering echter van dien aard dat de binnenvaart een groot deel van haar marktaandeel verliest (containers gaan zowel over de weg als over het spoor; bulk vervoer verschuift richting het spoor).

Mede door de komst van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de 'modal split') stijgt het aandeel in het diepzee containervervoer vanaf 2014 aanzienlijk. Ook neemt de ontwikkeling van nieuwe containerterminals vanwege de mogelijke efficiency en brandstofbesparingen nog steeds beperkt toe. Rond 2020 beschikt de binnenvaart zodoende over een behoorlijk netwerk van inland terminals. Vrijwel alle in de buurt van het water gelegen industriegebieden worden binnen een straal van 30 kilometer door een terminal ontsloten. Als gevolg van real-estate ontwikkeling neemt het aantal beschikbare binnenvaartkades met name op de kleinere vaarwegen sterk af. Daartegenover staat dat er nog steeds een behoorlijk deel van de watergebonden locaties voor de binnenvaart behouden blijft en dat er eveneens geïnvesteerd wordt in het verbeteren van de kwaliteit van de nog overgebleven kaden en overslagfaciliteiten.

Om de grote groei in de transportvolumes op te vangen wordt nog steeds beperkt geïnvesteerd in het verbeteren van de Europese transportinfrastructuur. De

voornaamste uitbreiding is het reeds lang geplande Canal Seine – Nord Europe dat eigenlijk al in 2016 gereed had moeten zijn, maar uiteindelijk rond 2030 geopend wordt. Aansluitend op dit kanaal wordt ook een nieuwe verbinding gegraven tussen Zeebrugge en Gent. De motivatie voor deze investeringen is vooral gerelateerd aan het vervoer van bulk goederen en intercontinentale diepzee containers. Er is weinig aandacht voor het multimodaal vervoer van continentale lading.

Van het voorgenomen beleid om reeds in 2050 zo'n 50% van het lange afstand wegvervoer over de 300 km om te buigen naar multimodale transportoplossingen komt niet veel terecht. Op sommige trajecten wordt wel met relatief beperkte middelen een beperkte verhoging van de bruggen gerealiseerd. Ook wordt op sommige trajecten een ontheffing gegeven om met iets bredere schepen te varen. Hierdoor kan toch op beperkte schaal continentaal containervervoer van de grond komen (met name op de as Parijs – Antwerpen – Rotterdam - Duisburg). De ontwikkeling van continentale palletdistributienetwerken blijft volledig uit.

6.7 WATERDRUK

In dit scenario gaat hoge economische groei samen met een succesvolle transitie naar een duurzame maatschappij en een sterk effect van klimaatverandering. De effecten van klimaatverandering worden echter gemitigeerd door de aanleg van nieuwe infrastructuur die de bevaarbaarheid van de vaarwegen blijft garanderen.

6.7.1 *Energie en brandstofsector*

De succesvolle energietransitie leidt tot: een reductie van de energiebehoefte, de grootschalige ontwikkeling van duurzame energiebronnen (wind-, zonne-, getijde-, membraam- energie, geothermische warmte, etc.) en de aanleg van een sterk onderliggend energienetwerk met opslagmogelijkheden (b.v. met behulp van ondergrondse cilinders). Het gebruik van kernenergie wordt langzaam afgebouwd¹⁹.

In het personenvervoer zorgt de elektrische auto voor een revolutie maar bruikbare accu's voor het goederenvervoer blijven uit. In het goederentransport ontbreekt het aanvankelijk aan een goede energiedrager. Daarom wordt in de periode tot 2050 sterk ingezet op biobrandstoffen en conventioneel aardgas (schoonste fossiele brandstof). Vanaf 2050 vindt een verdere omschakeling plaats naar volledig duurzame brandstoffen (zoals waterstof, algen-brandstoffen en solar-fuels).

Tot 2050 is er een gebrek aan brandstoffen en loopt de energieprijs sterk op. In het jaar 2100 is energie door de verduurzaming van de energiesector niet langer schaars. De beschikbaarheid van goedkope duurzame energie vormt dan een belangrijke pijlers voor de nieuwe duurzame Europese industriesector.

6.7.2 *Zeehavens*

Hoge economische groei gaat samen met een sterke toename van de totale overslag in de zeehavens, maar door een sterke focus op duurzaamheid blijft de groei van de transportvolumes achter bij de groei van de economie. In dit opzicht treedt er een sterke ontkoppeling tussen economische groei en transport op.

De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op LNG als grondstof en richt zich in een later stadium vooral op de duurzame productie van biobrandstoffen en bio-plastics. De aanvoer van deze grondstoffen vindt in veel kleinere volumes plaats dan aanvankelijk het geval was voor ruwe olie. Dit leidt tot een forse toename van het aantal zeegaande scheepsbewegingen. De verschuiving van olie naar gas zorgt er eveneens voor dat Rotterdam zich ontwikkelt tot een sterk gasrotonde en bunkerfaciliteit voor op LNG varende schepen (met name de kust- en binnenvaart profiteert hier sterk van in de periode tot 2050).

De zware energie verschuift veelal naar de bron (West-Afrika, Latijns Amerika, Azië). Hierdoor neemt het aandeel bulkgoederen in de totale overslag gestaagd af. De verschuiving van productiefaciliteiten naar de bron leidt tot een groei van halffabricaten die veelal in containers vervoerd worden. Ook worden er steeds meer materialen gerecycled die eveneens in containers vervoerd worden. Beide trends leiden tot een verdere toename van de containerisatiegraad.

¹⁹ Op dit punt wijkt onze opvatting af van de in Annex 1 gerapporteerde scenario's.

De sterke groei van het diepzee containervervoer maakt het aantrekkelijker om directe lijndiensten aan te bieden. Hierdoor neemt het belang van de grotere 'hubs' in de Le-Havre – Hamburg regio (zoals Rotterdam en Antwerpen) af. Daartegenover staat dat de sterke toename van de containerbinnenvaart de concurrentiepositie van de ARA zeehavens (Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam) versterkt. Hierdoor zijn de Nederlandse zeehavens op lange termijn toch in staat hun marktaandeel in de Le-Havre - Hamburg te behouden (tot 2050) en zelfs uit te bouwen (na 2050 als de fluctuatie in de waterstanden op de rivieren afneemt als gevolg van de aanleg van stuwen op de (Duitse) Rijn, Waal en Gelderse IJssel).

De Europese Unie pakt door om haar doelstellingen ten aanzien van het verschuiven van het lange afstandswegvervoer over de 300 km te realiseren (30% modal shift in 2030 en 50% modal shift in 2050). Het short-sea vervoer ziet kans een groot gedeelte van dit volume naar zich toe te trekken. Dit leidt tot een sterke toename van het continentale containervervoer (in pallet-wide high cube 45 voet containers). Grootschalige aanpassingen in het binnenvaartnetwerk hebben het eveneens mogelijk gemaakt dat een aanzienlijk deel van deze containers per binnenvaart naar de eindbestemming gaan. Dit versterkt de positie van de ARA havens.

Door de extreme gevolgen van klimaatverandering heeft de haven van Rotterdam tegen het einde van de 21ste eeuw steeds vaker te maken met een sluiting van de Nieuwe Waterweg. Gemiddeld genomen wordt de Nieuwe Waterweg drie maal per jaar gesloten. De effecten hiervan op de scheepvaart zijn echter zeer beperkt omdat het (doorgaans) om een sluiting van slechts één dag zal gaan, een groot deel van het havengebied (Maasvlakte I en II) buiten de kering gelegen is en het voor de kust- en binnenvaart mogelijk is om gebruik te maken van de sluis bij Rozenburg.

6.7.3 *Binnenvaart*

Door de sterke groei van het transportvolume, de navenante schaalvoordelen, de maatschappelijke drang naar verduurzaming van het transportsysteem, het succesvolle 'modal shift' beleid van de Europese Unie en het uitblijven van grote effecten van klimaatverandering op de binnenwateren neemt het vervoer van goederen per binnenvaartschip enorm toe. Hierbij blijft de binnenvaart niet alleen een leidende rol vervullen in het vervoer van bulk goederen, maar groeit ook het aandeel van de binnenvaart in het diepzee containervervoer. Daarnaast verwerft de binnenvaart een behoorlijk aandeel in het continentale goederenvervoer.

Mede door de komst van de 2^e Maasvlakte (en de afspraken die gemaakt zijn ten aanzien van de 'modal split') stijgt het aandeel van de binnenvaart in de afhandeling van het diepzee containervervoer vanaf 2014 aanzienlijk. Ook zet de ontwikkeling van nieuwe achterlandterminals sterk door. Rond 2020 beschikt de binnenvaart over een fijnmazig netwerk van inland terminals. Vrijwel alle in de buurt van het water gelegen industriegebieden worden binnen een straal van 20 kilometer door een terminal ontsloten. Verder treedt grootschalige herontwikkeling van watergebonden bedrijfsterreinen op en gaan bedrijven zich weer aan het water vestigen.

In de periode van 2020 tot 2050 wordt door de Europese Unie besloten om volop te investeren in het opwaarderen van het Europese vaarwegennetwerk. Dit teneinde de ambitieuze klimaatdoelstellingen voor de transportsector te realiseren. Dit leidt naast de aanleg van het Canal Seine – Nord Europe en het oplossen van de

bottlenecks in de Donau ook tot de aanleg van het Twente – Mittelland Kanaal, een nieuwe Rijn – Rhône verbinding en een nieuw kanaal van Zeebrugge naar Gent.

Om met het directe wegvervoer te kunnen concurreren moet de binnenvaart echter ook in staat worden gesteld om op een efficiënte wijze continentale 45 voet containers te vervoeren. Rond 2020 zijn deze containers echter nog niet compatibel met de aanwezige vaarweginfrastructuur. Zo passen er net geen 4 rijen continentale containers naast elkaar in een groot Rijnschip en kunnen er door de grotere hoogte van deze high cube containers op veel trajecten minder lagen (volle) containers worden vervoerd. In de periode tot 2050 wordt daarom sterk ingezet op het verbeteren van de kwaliteit van de bestaande binnenvaartverbindingen. Hierbij gaat het in eerste instantie om het geschikt maken van de klasse IV+ vaarwegen voor het vervoer van continentale containers, maar richting 2050 neemt de interesse voor het continentale containervervoer op de kleinere klasse III vaarwegen weer toe. Noemenswaardig is het zeer 'gründlich' met 3,5 meter ophogen van alle bruggen op het Mittelland kanaal en de verdere verbinding naar Berlijn, Hamburg en Bremen teneinde 3 laags continentale containervaart mogelijk te maken.

Voor de langere termijn tot het jaar 2100 wordt bij het vervangen van kunstwerken eveneens rekening gehouden met een grotere toekomstige breedte van de schepen. Zo wordt de breedte van de sluisen op de Rijn vergroot van 12 naar 12,5 meter om het 4 rijen breed vervoeren van continentale containers mogelijk te maken.

De investeringen in het Europese binnenvaartnetwerk worden voor een groot deel gefinancierd doordat de Europese Unie is overgegaan tot het internaliseren van externe kosten. Dit levert een extra stimulans op voor het vervoer over water. Zeker nadat de binnenvaart een enorme inhaalslag heeft gemaakt ten aanzien van het brandstofverbruik en de uitstoot van brandstofemissies.

De grootschalige herontwikkeling van bedrijfsterreinen, investeringen in het Europese vaarwegennet en de internalisering van de externe kosten maken het aantrekkelijk om goederen over de binnenwateren te vervoeren. In de periode van 2020 tot 2050 leidt dit tot een snelle en succesvolle ontwikkeling van continentaal containervervoer. Hiermee draagt de binnenvaart sterk bij aan het realiseren van de 50% 'modal shift' doelstelling voor het jaar 2050.

Doordat bedrijven zich weer aan het water gevestigd hebben zijn de voor- en natransportkosten voor vervoer over water sterk afgenomen. In combinatie met de schaalvoordelen en kostenvoordelen die gekoppeld zijn aan een vermindering van de externe effecten leidt dit rond 2050 tot de eerste succesvolle initiatieven voor de ontwikkeling van pallet distributie netwerken. Rond 2100 wordt derhalve ook een groot deel van de LTL (less than truck load) deelladingen over het water vervoerd. Dit leidt vanaf 2050 eveneens tot een opleving van de kleinere klasse II en III vaarwegen.

In de tweede helft van de 21^{ste} eeuw worden de effecten van klimaatverandering steeds zichtbaarder. Om de veiligheid tegen overstromen, beschikbaarheid van voldoende zoet water en beschikbaarheid van de vaarwegen voor de florerende binnenvaart te blijven garanderen wordt zeer 'gründlich' werk gemaakt van het kanaliseren van de Duitse Rijn. Nederland sluit hierbij aan met de verdere kanalisatie van de Waal tot Gorinchem en de Gelderse IJssel tot Kampen. Hierbij

wordt voldoende sluiscapaciteit aangelegd om de hinder voor de scheepvaart zo veel mogelijk te beperken. Als zodanig verbeterd de beschikbaarheid van de vaarwegen in de droge periode nog iets ten opzichte van de periode waarin de Rijn nog niet gekanaliseerd was terwijl de overlast door sluizen redelijk beperkt blijft (ongeveer 30 minuten vertraging per sluis). Dit versterkt de positie van de binnenvaart.

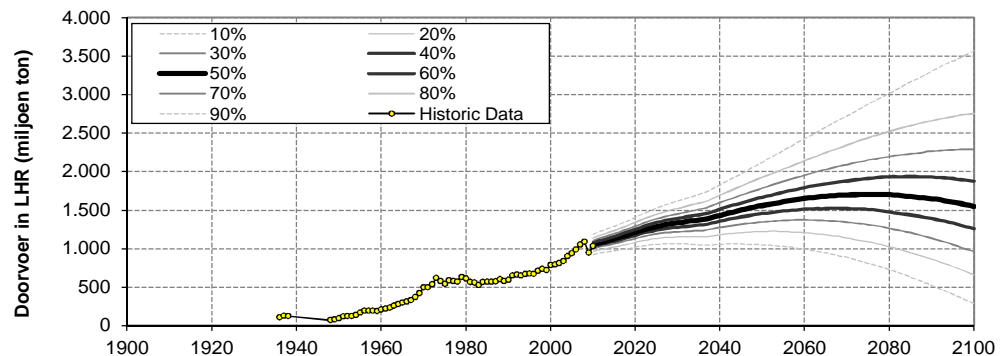
7 Kwantificeren scenario's doorvoer zeehavens

7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk verschaft de achtergrond bij het kwantificeren van de scenario's voor de zeer lange termijn ontwikkeling van de overslag in de zeehavens. Allereerst wordt gekeken naar de globale ontwikkeling in de regio. Daarna wordt ingegaan op de ontwikkeling van het marktaandeel van de Nederlandse zeehavens. Om een inschatting te maken van het aandeel containers in de totale overslag wordt een schatting gemaakt van de mogelijke omvang van de containeriseerbare lading alsmede de ontwikkeling van de containerisatiegraad. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen conventionele (diepzee) containerlading en continentale 45' containerlading. De bulk volumes worden bepaald door de gecontaineriseerde overslagvolumes van de totale overslagvolumes af te trekken. De gehanteerde volumes en aannamen zijn weergegeven in bijlage 2.

7.2 Prognose doorvoer zeehavens Le-Havre – Hamburg regio

Voor het kwantificeren van de zeer lange termijn scenario's voor de ontwikkeling van de doorvoer in de Nederlandse zeehavens is een probabilistische zeer lange termijn prognose voor de havens in de Le-Havre – Hamburg range als uitgangspunt gehanteerd (zie Van Dorsser et al., 2012). Deze raming geeft een goede indicatie van de mogelijke omvang van de doorvoer in de zeehavens. De resultaten van deze raming zijn weergegeven in figuur 36.



Bron: Van Dorsser et al. (2012), vertaald.

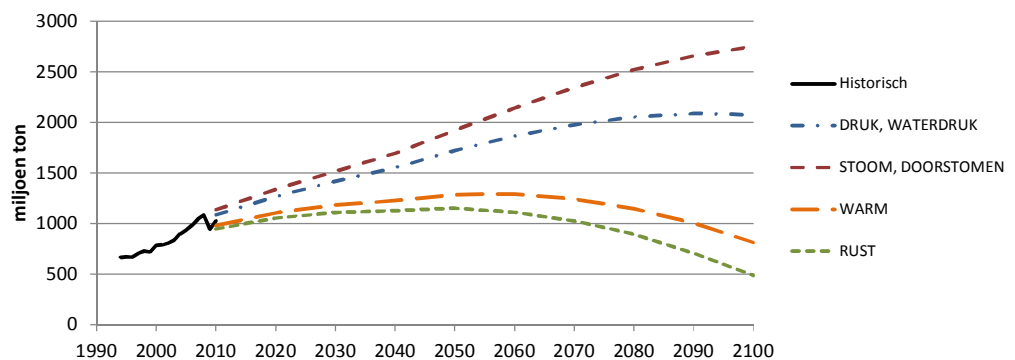
Figuur 36: Doorvoer zeehavens Le-Havre – Hamburg regio

De prognose verschaft expliciet inzicht in zowel de omvang als de waarschijnlijkheid van mogelijke ontwikkelingen. Het is daarom mogelijk om op basis van deze raming een aantal evenwichtige scenario's te ontwikkelen (zoals beschreven in hoofdstuk 3). Hoewel wij een dergelijke benadering passend zouden vinden is er binnen het Deltaprogramma expliciet voor een andere benadering gekozen waarbij de nadruk ligt op het verkennen van de hoekpunten. Het spreekt voor zich dat deze hoekpuntenbenadering tot grotere bandbreedtes zal leiden.

In dit rapport zullen wij aansluiten op de in het Deltaprogramma gehanteerde benadering. Om de hoekpunten van de mogelijke ontwikkelingen zo goed mogelijk in kaart te brengen hebben we een expliciete koppeling gemaakt tussen de afzonderlijke Deltascenario's en de bovenstaande probabilistische raming. Hierbij zijn de volgende aannamen gehanteerd:

- STOOM, DOORSTOMEN: 85% percentiel;
- DRUK, WATERDRUK: 70% percentiel;
- WARM: 30% percentiel;
- RUST: 20% percentiel.

Bij het toewijzen van de betrouwbaarheidsintervallen aan de gehanteerde scenario's is rekening gehouden met het feit dat: (1) er een relatie bestaat tussen hoge economische groei en hoge transport volumes – en (2) er ont koppeling plaats kan vinden tussen economische groei en transportvolumes. Met betrekking tot het laatste kan verder gesteld worden dat de mate van ont koppeling toe zal nemen naarmate de economie duurzamer wordt vormgegeven. De gehanteerde scenario's zijn weergegeven in figuur 37.

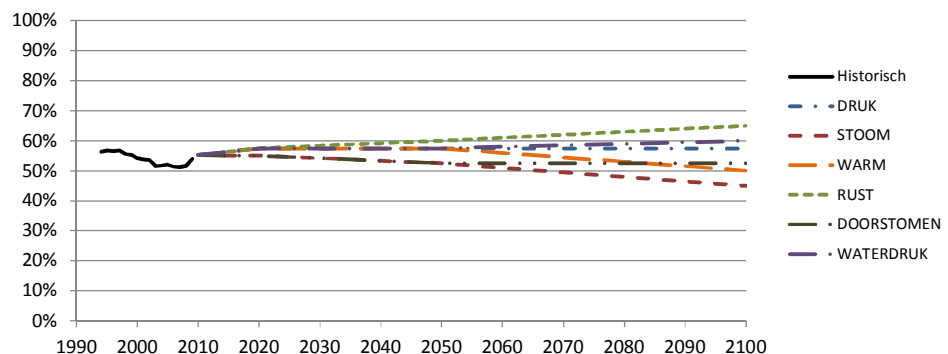


Figuur 37: Doorvoer in Le-Havre – Hamburg regio

Voor de volledigheid horen wij te vermelden dat onze definitie van de Le-Havre – Hamburg regio wegens gebrek aan langjarige data slechts op een beperkt aantal zeehavens betrekking heeft (dit zijn: Le-Havre, Antwerpen, Duinkerken, Gent, Rotterdam, Amsterdam, Hamburg en Bremen). De totale doorvoer van deze havens bedraagt ongeveer 90% van de in de regio overgeslagen volumes.

7.3 Marktaandeel Nederlandse zeehavens

De volgende stap bij het kwantificeren van zeevaartscenario's is het bepalen van het relatieve marktaandeel van de Nederlandse zeehavens (als fractie van de in de raming van figuur 36 meegenomen zeehavens). De door ons gehanteerde veronderstellingen zijn weergegeven in figuur 38.



Figuur 38: Marktaandeel Nederlandse zeehavens

Allereerst moet worden opgemerkt dat we slechts over zeer beperkte historische datareeksen beschikken. Wij bevelen daarom aan om verder onderzoek te doen naar de mogelijkheid om de gehanteerde historische datareeksen te verlengen. Hierbij zou het hanteren van een datareeks vanaf 1950 gepast zijn.

Daar het hier uitsluitend om een scenario studie gaat waarin een aantal plausibele verhaallijnen worden geschetst vinden wij het desalniettemin nog steeds gepast om ondanks de korte datareeks enkele aannamen te doen over de toekomstige trends in de ontwikkeling van het transportsysteem.

Bij het bepalen van de ontwikkeling van het marktaandeel van de zeehavens binnen de Le-Havre – Hamburg regio is gekeken naar de ontwikkelingen tot 2020, 2050 en 2100. Belangrijk is om te beseffen dat dalende marktaandelen niet perse hoeven te leiden tot een afname in de totale doorvoer. Zeker in het containervervoer kan er zelfs bij een dalend marktaandeel nog steeds sprake zijn van een sterke stijging van de totale volumes.

Periode tot 2020:

In deze periode zal het marktaandeel overwegend toenemen als gevolg van de openstelling van de 2^e Maasvlakte. In combinatie met een lage economische groei zal dit effect mogelijk nog sterker spelen aangezien het marktaandeel van Rotterdam bij een lage groei beter kan profiteren van haar hub status dan bij een hoge groei. Ook is er een link met de mate van verduurzaming. Een verbetering van de achterlandverbindingen met de binnenvaart leidt immers tot een betere uitgangspositie voor de Nederlandse zeehavens. Als zodanig zijn de marktaandelen in de scenario's RUST, WARM, DRUK en WATERDRUK verondersteld te stijgen. Bij de scenario's STOOM en DOORSTOMEN is verondersteld dat het marktaandeel ondanks de sterke groei van de overslag volumes door de komst van de 2^e Maasvlakte niet zal dalen.

Periode tot 2100:

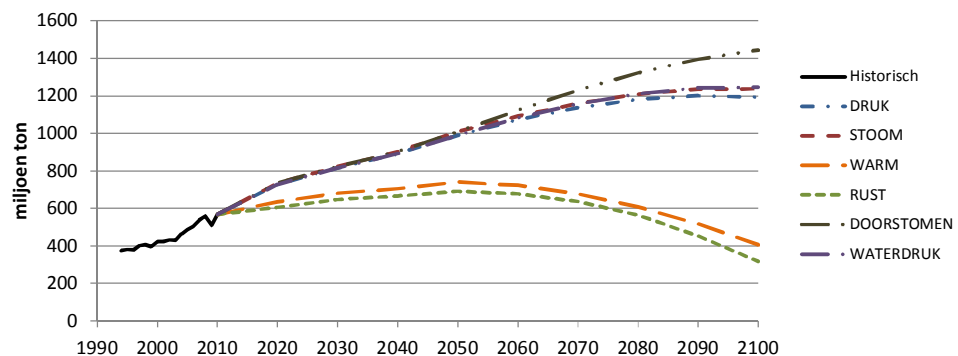
In de periode tot 2050 spelen voornamelijk de krachten van grotere volumes (lager marktaandeel) en verdere verduurzaming (hogere volumes). In de periode vanaf 2050 tot 2100 gaat ook het effect van klimaatverandering op de kwaliteit van de binnenvaartachterlandverbinding een belangrijkere rol spelen:

- RUST: Een relatief lage groei van de overslagvolumes en een sterke focus op verduurzaming leiden zowel in de periode tot 2050 als daarna tot een sterke groei van het marktaandeel van de Nederlandse zeehavens;
- WARM: Hoewel weinig belang wordt gehecht aan goede binnenvaart achterlandverbinding weten de Nederlandse zeehavens (met name Rotterdam) tot 2050 als gevolg van de beperkte volumegroei hun marktaandeel goed vast te houden. Vanaf 2050 verliezen de Nederlandse zeehavens marktaandeel door negatieve effecten van klimaatverandering;
- DRUK: Ondanks een hoge groei van de volumes weten de Nederlandse zeehavens hun marktaandeel goed vast te houden. Dit is voor een groot deel te wijten aan de goede binnenvaartachterlandverbindingen die door het uitblijven van klimaatverandering prima bevaarbaar blijven.
- WATERDRUK: Idem als DRUK, maar door de verdere kanalisering van de Rijn, Waal en Gelderse IJssel treedt nog een verdere verbetering van betrouwbaarheid van de vaarwegen op die in de periode vanaf 2050 tot

2100 leidt tot een verbetering van de achterlandverbindingen en als gevolg daarvan een beperkte toename van het marktaandeel;

- DOORSTOMEN: Vanaf 2020 tot 2100 verliezen de Nederlandse zeehavens beperkt marktaandeel aan de overige havens in de regio. Oorzaak hiervoor is de sterke stijging van de omvang van het goederenvervoer die het aantrekkelijk maakt om kleinere havens direct aan te lopen. Daarnaast neemt door het teruglopend marktaandeel van de binnenvaart ook het voordeel van de sterke binnenvaartachterlandverbinding af;
- STOOM: Idem als DOORSTOMEN, maar met een verdere daling van het marktaandeel in de periode vanaf 2050 door de verslechtering van de vaarwegen als gevolg van klimaatverandering.

Door de marktaandelen uit figuur 37 te vermenigvuldigen met de omvang van de transportvolumes uit figuur 38 kan de totale doorvoer van de Nederlandse zeehavens bepaald worden. De resultaten zijn weergegeven in figuur 39.



Figuur 39: Doorvoer Nederlandse zeehavens

Figuur 39 toont duidelijk dat de verschillen in de scenario's na het toekennen van de marktaandelen kleiner geworden zijn. Ook kan worden opgemerkt dat de twee extra scenario's (DOORSTOMEN en WATERDRUK) de grootste volumes vertegenwoordigen (al liggen ze niet ver van het DRUK scenario af).

Als de doorvoer wordt vergeleken met de doorvoer in de WLO-scenario's kan worden opgemerkt dat er door ons een aanzienlijk kleinere bandbreedte gehanteerd is. Voor 2040 gaan de WLO-scenario's uit van een doorvoer van ongeveer 400 tot 1000 miljoen ton. Wij hanteren hier een volume van ongeveer 670 tot 900 ton.

7.4 Aandeel containers

Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de omvang van het containervervoer moeten er aannamen worden gedaan ten aanzien van het aandeel van het containersegment in de totale omvang van de goederenoverslag.

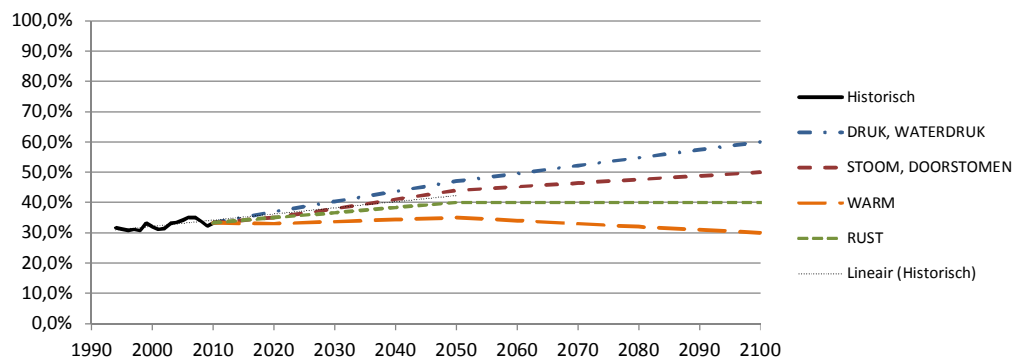
Hierbij dient eerst onderscheid gemaakt te worden tussen containeriseerbare en niet-containeriseerbare lading. Daarna kan een aanname gedaan worden ten aanzien van de containerisatiegraad (als functie van de containeriseerbare lading).

Voor het bepalen van de omvang van de containeriseerbare lading is gebruik gemaakt van: (1) de gedetailleerde NSTR2 goederenclassificering uit het zeevaartbestand – en (2) een gedetailleerd overzicht van de vervoerde goederen in

april 2007²⁰. Op basis van het gedetailleerde overzicht is nagegaan welke goederen er niet containeriseerbaar (minder dan 0.1% vervoerd in containers in april 2007), beperkt containeriseerbaar (0.1% tot 10% vervoerd in containers in april 2007) en volledig containeriseerbaar zijn (10% of meer vervoerd in containers in april 2007). Hieruit werd het volgende geconcludeerd:

- Niet containeriseerbaar: NSTR 00,21,31,32,33,34,41,71
- Beperkt containeriseerbaar: NSTR 11,17,18,23,45,52,61,63,65,72,81,82,83
- Volledig containeriseerbaar: Overige NSTR2 klassen

Vervolgens werd verondersteld dat de maximale hoeveelheid containeriseerbare lading overeenkomt met 100% van de volledig containeriseerbare en 25% van de beperkt containeriseerbare volumes (in de betreffende goederenklassen). Door de relatieve volumes per NSTR voor de periode 1994 t/m 2009 te analyseren kon de ontwikkeling van het aandeel containeriseerbare lading in kaart worden gebracht. De historische ontwikkeling en veronderstelde aannamen ten aanzien van het verdere verloop van containeriseerbare fractie zijn weergegeven in Figuur 40.



Figuur 40: Ontwikkeling aandeel containeriseerbare lading

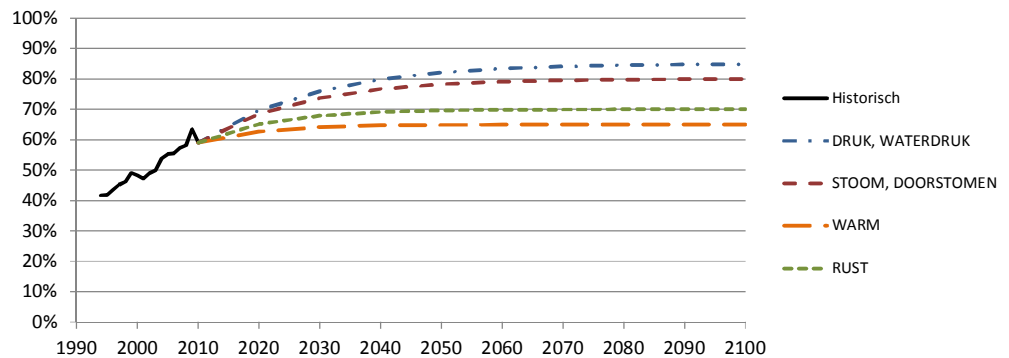
Bij het opstellen van de scenario's zijn de volgende veronderstellingen gehanteerd:

- DRUK, WATERDRUK: Afnemende vraag naar bulkgoederen, duurzame energieopwekking, recycling van materialen, verschuiving zware industrie naar bronlanden en hoge internationale handelsvolumes leiden tot een sterke toename van het aandeel containeriseerbare goederen;
- STOOM, DOORSTOMEN: Zeer sterke groei van de economie leidt vooral tot een sterke toename van het vervoer van halffabricaten en finale goederen. Hierdoor neemt het aandeel containeriseerbare goederen nog steeds toe;
- RUST: Aanvankelijk een beperkte groei van het aandeel containeriseerbare goederen door het wegvallen van de vraag naar fossiele brandstoffen. Later stabiliseert dit aandeel doordat steeds meer goederen lokaal worden geproduceerd;
- WARM: Aanvankelijk zeer beperkte groei containeriseerbare goederen door het uitblijven van economisch herstel. In een latere fase na 2050 krimpt de economie verder waardoor de vraag naar consumentengoederen sneller weg valt dan de vraag naar basisproducten (voedsel en brandstof). Hierdoor neemt het aandeel containeriseerbare goederen op termijn zelfs weer af.

²⁰ In Nederland over zee aangevoerde goederen, totaal en in containers naar goederengroep- en goederenhoofdstuk NSTR, gegevens over april 2007.

Zoals uit figuur 40 opgemerkt kan worden hebben we het verdere verloop tot 2050 in lijn verondersteld met de trend over de periode 1994-2009. Opvallend is dat het aandeel containeriseerbare lading als gevolg van de recessie teruggelopen is. Deze inzichten waren nog niet aanwezig ten tijde van het opstellen van de WLO scenario's in 2006. Mede hierdoor zijn mogelijk zeer hoge ramingen voor de containeriseerbare lading opgesteld. In vergelijking met de WLO-scenario's in 2020 (43%-47%), 2030 (50%-62%) en 2040 (51%-62%) liggen de door ons gehanteerde scenario's (34%-41% in 2040) beduidend lager. Het is ons niet duidelijk waarom de WLO methodiek een zoveel groter aandeel containeriseerbare lading verondersteld.

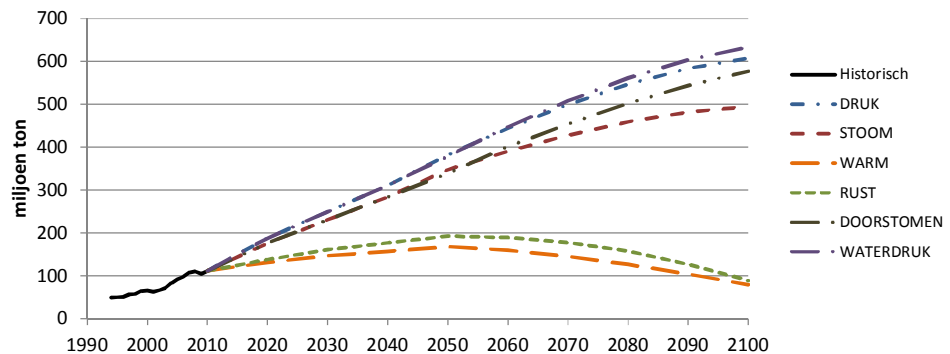
De tweede stap in de analyse is het bepalen van de containerisatiegraad. Hierbij wordt aangegeven hoe het aandeel gecontaineriseerde lading zich als functie van de containeriseerbare lading zal gaan verhouden. Om inzicht te verkrijgen in de mogelijke trend is een analyse uitgevoerd op de historische data vanaf 1994. Uit figuur 41 volgt dat de containerisatiegraad in die periode fors toegenomen is.



Figuur 41: Ontwikkeling van de containerisatiegraad

Per definitie kan de containerisatiegraad nooit meer dan 100% bedragen. Dit betekent dat de aanhoudende groei van de containerisatiegraad op termijn zal afvlakken. In feite doorloopt de containerisatiegraad een transitieproces ofwel een s-curve. Het bepalen van het uiteindelijke niveau van deze s-curve is op voorhand niet goed mogelijk. Vandaar dat we voor diverse scenario's verschillende plafonds hebben verondersteld. Bij het bepalen van de aannames voor het uiteindelijke niveau van de containerisatiegraad zij de volgende veronderstellingen gehanteerd: (1) des te groter de totale volumes, des te hoger de containerisatiegraad; (2) des te duurzamer de maatschappij, des te hoger de containerisatiegraad.

De eerste aanname volgt uit het feit dat als gevolg van schaalvoordelen de transportkosten in containers bij hogere volumes steeds lager zullen worden. Hierdoor is het voor steeds meer laagwaardige producten aantrekkelijk om in containers vervoerd te worden. De tweede aanname is enerzijds gerelateerd aan het feit dat de opkomende recycling industrie steeds meer afval-grondstoffen (zoals metalen, papier en plastic) in containers vervoert – en anderzijds aan de opkomst van het multimodale short-sea vervoer dat eveneens voornamelijk in containers plaats zal vinden. Door de totale doorvoer volumes te vermenigvuldigen met de veronderstelde fractie containeriseerbare lading en de containerisatiegraad kan inzicht worden verkregen in de omvang van de containervolumes. Deze resultaten zijn weergegeven in figuur 42.



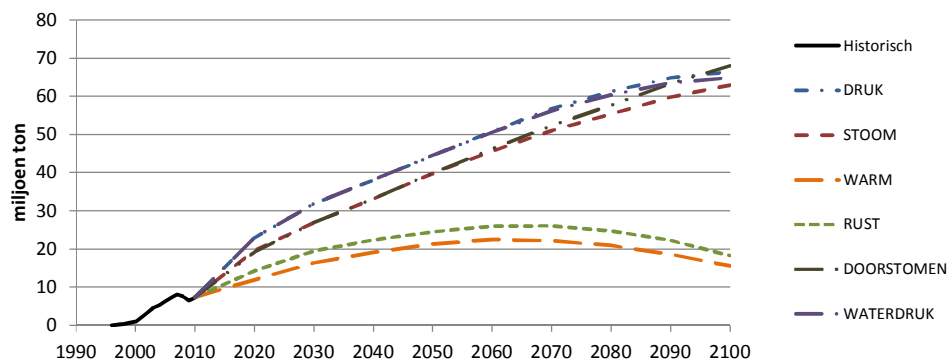
Figuur 42: Ontwikkeling totale overslag containers

Op basis van figuur 42 kan worden verondersteld dat de overslag van containers in de Nederlandse zeehavens in 2050 ongeveer 170 tot 380 miljoen ton zal bedragen. Voor 2100 is de bandbreedte aanzienlijk groter. Hier bedraagt de overslag ongeveer 80 tot 630 miljoen ton. Als de omvang van de containeroverslagvolumes wordt vergeleken met de WLO-scenario's (Jansen et al., 2006, p.150) kan worden opgemerkt dat er door ons een beperktere bandbreedte is gehanteerd. In de WLO-studie is uitgegaan van een doorvoer van ongeveer 100 tot 400 miljoen ton in 2040 (tegen 160 en 310 in onze analyse).

7.5

Opkomst continentale 45 voet short-sea containervervoer

Naast het conventionele (veelal diepzee) containervervoer is er sinds 1998 ook sprake van een sterke ontwikkeling van het aandeel van de short-sea in het continentale multimodale vervoer van stukgoedladingen. Deze ontwikkeling hangt nauw samen met het Europese beleid dat er naar streeft om in 2050 zo'n 50% van het continentale lange afstandsvervoer boven de 300 km op een multimodale wijze plaats te laten vinden. Hierbij spelen short-sea verbindingen uiteraard een belangrijke rol. De door ons veronderstelde ontwikkeling van het continentale Europese short-sea vervoer in 45 voet containers is aangegeven in figuur 43.



Figuur 43: Ontwikkeling overslag continentale containers

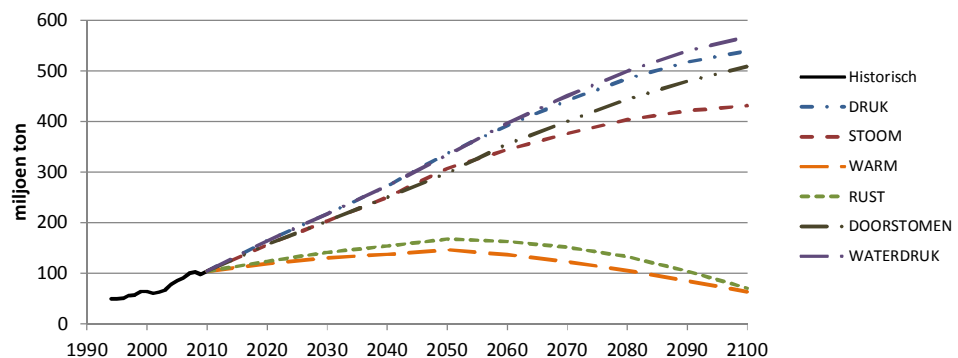
De aannamen ten aanzien van de continentale container volumes zijn gebaseerd op de ramingen voor het continentale stukgoedvervoer (die worden besproken in hoofdstuk 8) en de ambitieuze ambities van de EU om in 2050 zo'n 50% van het continentale lange afstand vervoer (boven de 300 km) multimodaal in te vullen. Bij het opstellen van de scenario's is de ambitie van de EU als bovengrens gehanteerd.

Allereerst is op basis van een analyse van de basisbestanden (2004) voor het goederenvervoer vastgesteld dat het aandeel volle ladingen (Full Truck Loads/Full Container Loads) boven de 300 km zo'n 10% bedraagt van de totale omvang van het continentale stukgoedvervoer (dat eveneens deelladingen en pakketladingen bevat). Daarnaast is rekening gehouden met het aandeel van de short-sea in het continentale containervervoer. Voor het bepalen van het marktaandeel van de short-sea in het continentale containertransport hebben we ons gebaseerd op de geraamde marktaandelen voor short-sea, binnenvaart en spoor in de WLO studies (voor 2020, 2030 en 2040) die een redelijk constant verloop vertonen en derhalve doorgetrokken zijn tot het einde van de eeuw.

Ten slotte is rekening gehouden met het feit dat de ontwikkeling van continentaal multimodaal vervoer een langzaam transitieproces doorloopt dat voor de verschillende transportmodaliteiten een ongelijke fasering kent. Een verdere onderbouwing van de cijfers vindt u in bijlage 4.

7.6 Aandeel conventionele containervervoer

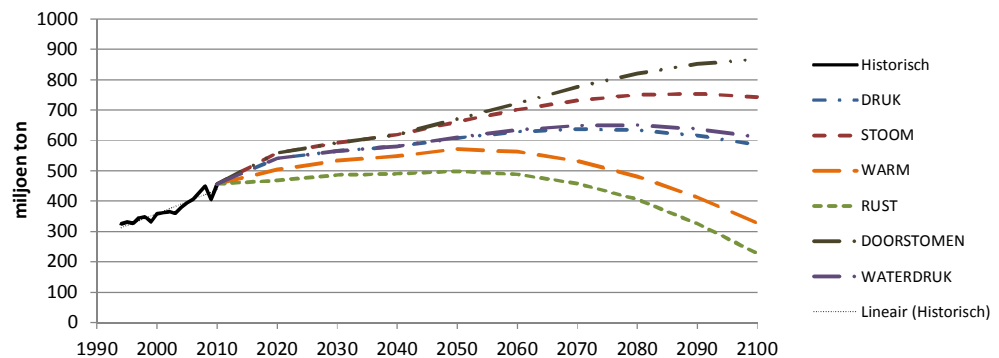
Het aandeel van het conventionele containervervoer kan worden bepaald door de continentale containerstromen van de totale containerstromen af te trekken. De omvang van deze stromen is weergegeven in figuur 44.



Figuur 44: Ontwikkeling overslag conventionele containers

7.7 Aandeel bulk en break-bulk

Het aandeel niet gecontaineriseerde bulk en break-bulk (ook wel stukgoed of neo-bulk genoemd) valt eenvoudig te bepalen door de overslag van containers in mindering te brengen op de totale overslag. De resultaten van deze exercitie zijn weergegeven in figuur 45.



Figuur 45: Overslag van bulk en break-bulk goederen

De grootste groei van bulk goederen treed op bij het DOORSTOMEN scenario waarin een grote behoefte aan fossiele brandstoffen samengaat met uitblijvende effecten van klimaatverandering op de bevaarbaarheid van de Rijn. In het STOOM scenario nemen de volumes vanaf 2050 veel minder snel toe als gevolg van problemen met de beschikbaarheid van de vaarweg. Hierdoor zal een deel van de in het Ruhrgebied gelegen industrie een nieuwe vestigingslocatie zoeken. Naar verwachting zullen zij in dit geval vooral uitwijken naar de Duitse Noordzee havens. Uiteindelijk kunnen de volumes derhalve dus zelfs weer gaan dalen.

De doorvoer van de bulk en break-bulk goederen is eveneens hoog in het DRUK en WATERDRUK scenario, al liggen de volumes wel aanzienlijk lager dan in het DOORSTOMEN scenario. In deze scenario's treedt er een verschuiving op naar ander soortige bulk goederen zoals duurzame energiedragers. In het WATERDRUK scenario nemen de volumes richting het einde van de eeuw nog iets verder toe doordat de betrouwbaarheid van de vaarweg (belangrijkste transportader voor bulk goederen) verbeterd als gevolg van het kanaliseren van de Rijn, Waal en Gelderse IJssel.

In het WARM scenario is er nog steeds relatief veel vraag naar fossiele brand- en grondstoffen. Hierdoor neemt het bulk volume in de periode tot 2050 aanvankelijk nog steeds toe. Als gevolg van klimaatverandering neemt de bevaarbaarheid van de Rijn na 2050 echter sterk af waardoor een deel van de in het Ruhrgebied gelegen industrie een nieuwe vestigingslocatie zal zoeken. Hierdoor daalt het Nederlandse marktaandeel van de bulk overslag sterk.

In het RUST scenario neemt de vraag naar bulkgoederen op termijn sterk af door groene decentrale energieopwekking en intensieve recycling van materialen.

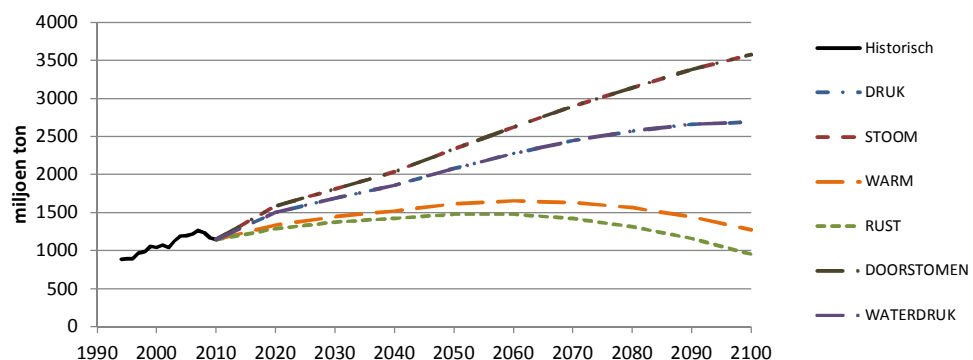
8 Kwantificeren scenario's binnenvaart

8.1 Inleiding

Bij het kwantificeren van de scenario's voor de omvang van de achterlandvolumes met de binnenvaart is gebruik gemaakt van de probabilistische raming van de totale transportindex zoals besproken in hoofdstuk 3 en weergegeven in figuur 17. De groei van de binnenlandse vervoersvolumes is vervolgens geprojecteerd op de Nederlandse transportprestatie in tonnen (op basis van gegevens van het CBS). Vervolgens is een opdeling gemaakt in de categorieën: bulk en break bulk, conventionele containers en overig continentaal stukgoedvervoer. Voor elk van de categorieën is een inschatting gemaakt van het mogelijke aandeel van de binnenvaart. Bij de laatste categorie is een inschatting gemaakt van het potentieel voor continentale container ladingen (in 45' containers) en deelladingen (pallets). De gehanteerde aannames en aantallen zijn weergegeven in bijlage 3 en 4.

8.2 Ontwikkeling totale binnenlandse vervoersvolumes

Het uitgangspunt voor het bepalen van de totale binnenlandse vervoersvolumes zijn de beschikbare reeksen voor het goederenvervoer van het CBS. Problematisch bij het maken van een goede inschatting is dat sinds het opengaan van de Europese binnengrenzen er geen gegevens meer gerapporteerd worden over de binnenlandse vervoersvolumes in het wegvervoer. In plaats daarvan wordt de transportprestatie van de Nederlandse wegvervoerders gerapporteerd, maar hierdoor ontstaat een misplaatst beeld van de volumes en marktaandelen. Om dit te ondervangen is een correctie op de data uitgevoerd op basis van de basisgoederenbestanden voor 1998 en 2004. De totale volumes voor het jaar 2000 bedroegen volgens ons: 1.041 miljoen ton. Voor het nationale wegvervoer is na aanpassing uitgegaan van 644,2 miljoen ton (i.p.v. 584,6 miljoen ton door Nederlandse vervoerders). Verder is uitgegaan van 315,1 miljoen ton met de binnenvaart, 28,1 miljoen ton over het spoor en 53,4 miljoen ton met behulp van pijpleidingen. Bij het bepalen van de totale vervoersvolumes zijn dezelfde percentielen gehanteerd als in het zeevervoer. De geraamde omvang van het binnenlandse vervoer is weergegeven in figuur 46.



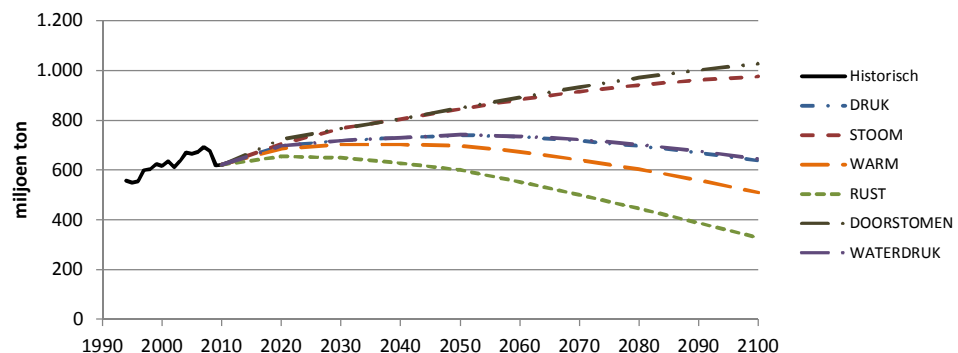
Figuur 46: Ontwikkeling totale binnenlandse vervoersvolumes

De volgende stap in de ontwikkeling van de transportscenario's is het inschatten van de relatieve omvang van de bulk, container en stukgoed volumes. In principe is het detailniveau voor de afzonderlijke goederensegmenten te hoog om nog een redelijk betrouwbare inschatting te kunnen maken, maar desondanks willen we toch

proberen een kwantitatief beeld te schetsen. Hiervoor zijn enkele relatief eenvoudige veronderstellingen gedaan die in de rest van dit hoofdstuk besproken zullen worden.

8.3 Ontwikkeling van het binnenlands vervoer van bulkgoederen

De inschatting voor het totale binnenlandse vervoer van bulkgoederen is gebaseerd op de eenvoudige veronderstelling dat zij af hangt van de omvang van de bevolking en de doorvoer van onze zeehavens. Hierbij is op basis van gegevens van 1994 t/m 2010 met behulp van regressie analyse een inschatting van de volume factoren gemaakt. In de analyse is uitgegaan van 29,1 ton binnenlands bulkvervoer per hoofd van de bevolking en 0,41 ton binnenlands bulkvervoer per ton bulkoverslag in de zeehavens. Om rekening te houden met de effecten van verduurzaming is in de RUST, DRUK en WATERDRUK scenario's rekening gehouden met een 10% afname van de volumes per hoofd van de bevolking in 2050 en een 30% afname van de volumes per hoofd van de bevolking in 2100. De inschatting van de totale bulkvolumes is weergegeven in figuur 47.

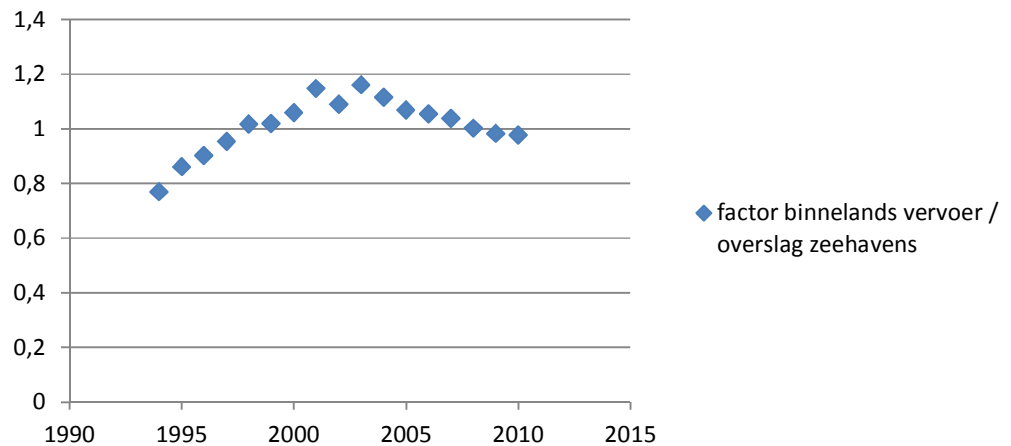


Figuur 47: Omvang binnenlandse bulk en breakbulk vervoer

Uit figuur 47 kan worden opgemaakt dat de grootste groei van de volumes op treedt in de STOOM en DOORSTOMEN scenario's. In deze scenario's blijft het binnenlandse bulkvervoer tot het einde van de eeuw doorgroeien. In het DRUK en WATERDRUK scenario blijft de groei beperkt doorgaan tot halverwege de eeuw. Daarna neemt het volume licht af. In het WARM scenario blijven de volumes redelijk constant tot halverwege de eeuw. Daarna nemen zij mede door de afname van de economische productie en de verslechtering van achterlandverbinding met de binnenvaart verder af. In het RUST scenario treedt reeds vanaf 2020 een sterke daling in.

8.4 Ontwikkeling binnenlands conventioneel containervervoer

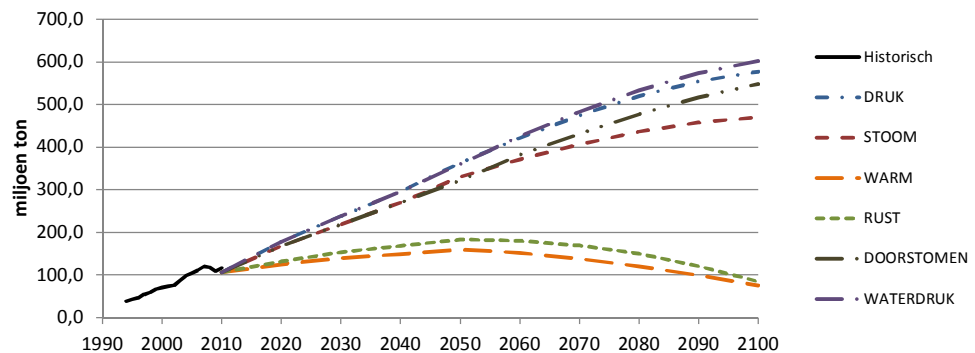
Om een inschatting te maken van de omvang van het binnenlandse vervoer van conventionele (veelal diepzee) containers is gekeken naar de relatie tussen het aantal vervoerde containers in het binnenland en het aantal overgeslagen conventionele containers in de zeehavens (zie figuur 48).



Figuur 48: Factor binnenlands vervoer t.o.v. overslag zeehavens

Uit deze analyse kwam helaas geen onverdeeld beeld. In eerste instantie leek deze factor sterk te stijgen terwijl zij later weer af nam. De achterliggende oorzaak van dit fenomeen is ons niet bekend en verdient nader onderzoek.

Op basis van de gegevens van de laatste 8 jaar is verondersteld dat de factor zich naar een evenwichtssituatie van ongeveer 0,95 beweegt. We hebben daarom verondersteld dat elke continentale containerbeweging in de zeehavens leidt tot 0,95 containerbewegingen in het achterland. Deze veronderstelling leidt tot de in figuur 59 veronderstelde containervolumes.



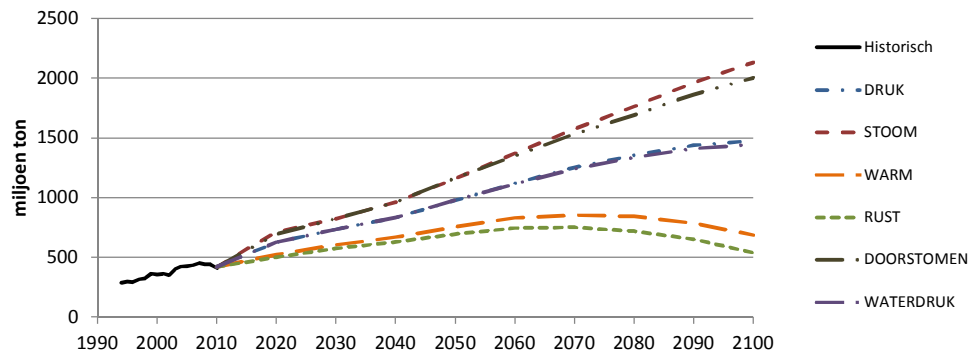
Figuur 49: Omvang binnenlands conventioneel containervervoer

Uit de figuur komt naar voren dat de conventionele containervolumes in het DRUK, STOOM, DOORSTOMEN en WATERDRUK scenario redelijk dicht bij elkaar liggen. Dit geldt eveneens voor de volumes in het WARM en RUST scenario.

8.5

Ontwikkeling binnenlands continentaal vervoer

Om een inschatting te maken van de omvang van het binnenlandse continentale vervoer zijn de bulk en container volumes van het totaal afgetrokken. De resultaten zijn weergegeven in figuur 50.



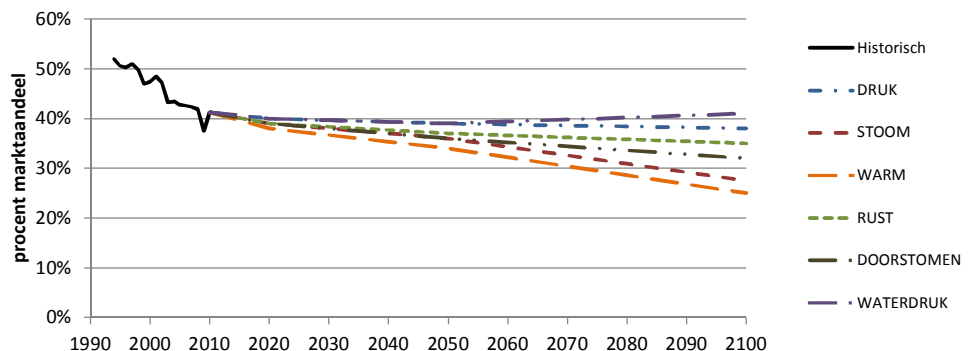
Figuur 50: Ontwikkeling binnenlands continentaal vervoer

Uit de figuur kan worden opgemerkt dat de transportvolumes het hoogst zullen uitvallen in de scenario's STOOM en DOORSTOMEN. De volumes in het DRUK en WATERDRUK scenario liggen al aanzienlijk lager. In het RUST en WARM scenario vallen zij het laagst uit. Hierbij treedt in de laagste scenario's eveneens een terugval in de volumes op vanaf 2070.

8.6

Aandeel binnenvaart in binnenlands bulkvervoer

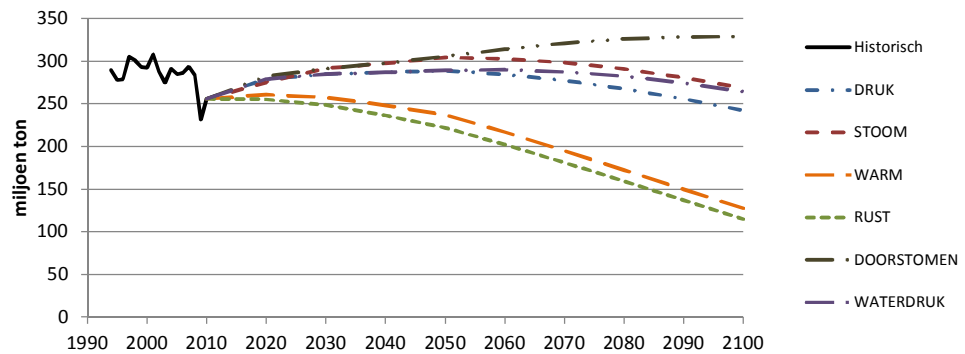
Om de omvang van het binnenlandse bulkvervoer inzichtelijk te maken zijn aannamen gemaakt over het marktaandeel van de binnenvaart in het totale bulkvervoer. De gehanteerde aannamen zijn weergegeven in figuur 51.



Figuur 51: Ontwikkeling marktaandeel binnenvaart in bulkvervoer

Bij het bepalen van de toekomstige marktaandelen zijn drie veronderstellingen gehanteerd. Ten eerste wordt verondersteld dat de binnenvaart een groter aandeel zal behouden in de duurzame scenario's RUST, DRUK en WATERDRUK dan in de niet duurzame scenario's WARM, STOOM en DOORSTOMEN. Binnenvaart is voor deze goederen immers de meest duurzame vervoersoplossing. Ten tweede is verondersteld dat de marktaandelen groter zullen zijn in de scenario's met hogere volumes. Ten slotte is verondersteld dat het marktaandeel in de scenario's WARM en STOOM na 2050 versneld zullen afnemen als gevolg van de effecten van klimaatverandering op de bevaarbaarheid van de Rijn.

Door de marktaandelen te vermenigvuldigen met de totale volumes kan de ontwikkeling van de bulkvolumes met de binnenvaart worden bepaald. Deze scenario's voor het bulkvervoer met de binnenvaart zijn weergegeven in figuur 52.



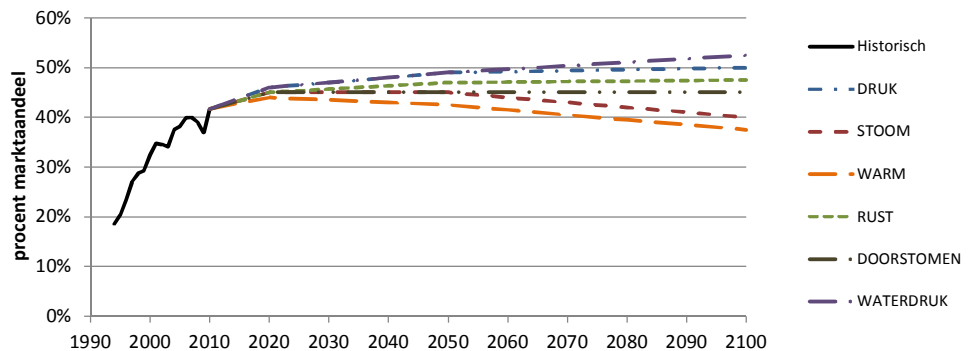
Figuur 52: Ontwikkeling bulkvervoer met de binnenvaart

Uit figuur 52 kan worden opgemaakt dat er in het bulkvervoer geen grote toename van de volumes meer te verwachten valt.

8.7

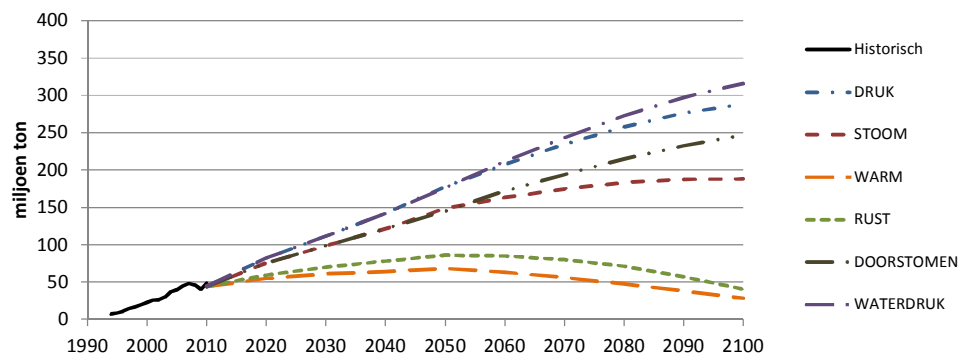
Aandeel binnenvaart in conventioneel binnenlands containervervoer

Op vrijwel identieke wijze is eveneens een inschatting gemaakt van het aandeel van de binnenvaart in het vervoer van conventionele (veelal diepzee) containers. De gehanteerde aannamen zijn weergegeven in figuur 53.



Figuur 53: Ontwikkeling marktaandeel containerbinnenvaart

Door de marktaandelen te vermenigvuldigen met de totale binnenlandse containervolumes kan een inschatting worden gemaakt van de totale omvang van de conventionele containerbinnenvaart. De inschatting is weergegeven in figuur 54.



Figuur 54: Omvang conventionele containerbinnenvaart

Uit figuur 54 valt op te maken dat de conventionele containerbinnenvaart nog een sterke groei door kan maken. In dit opzicht functioneert zij als een sterke facilitator voor de ontwikkeling van het West-Europese containervervoer.

8.8 Opkomst continentaal containervervoer met de binnenvaart

Tot nu toe heeft de binnenvaart nog maar een zeer beperkt aandeel verworven in het vervoer van continentale 45 voet containers. Voor een deel is dit te wijten aan het feit dat de huidige schepen en vaarwegafmetingen niet compatibel zijn met de afmetingen van de continentale 45 voet containers. Zo passen er bijvoorbeeld maar drie rijen continentale containers naast elkaar in een standaard rijnschip van 110 x 11,45 meter (tegen vier diepzee containers). Ook zijn de mogelijkheden op de kleinere vaarwegen nog redelijk beperkt.

De mate waarin de continentale containervaart een succes zal worden is derhalve afhankelijk van de maatschappelijke drang naar verduurzaming en de bereidheid om in een verruiming van de vaarweginfrastructuur te investeren.

Bij het ramen van de mogelijke ontwikkeling van de continentale containerbinnenvaart is uitgegaan van de volgende 3 segmenten:

- 1) Aandeel continentale containerbinnenvaart in achterlandvervoer via de short-sea aangevoerde continentale containers;
- 2) Aandeel continentale containerbinnenvaart in het multimodale lange afstand vervoer van continentale goederen (volle lading boven de 300 km);
- 3) Aandeel continentale containerbinnenvaart in het multimodale korte afstand vervoer van continentale goederen (volle lading onder de 300 km).

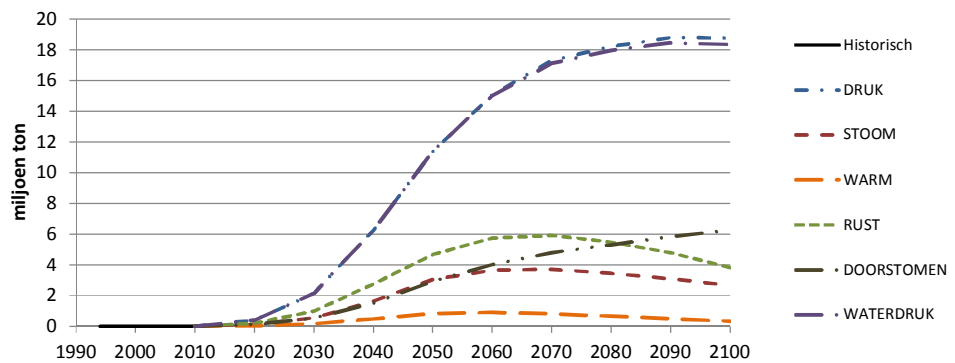
8.8.1 Aandeel achterlandvervoer in continentaal short-sea vervoer

De omvang van het continentale short-sea containervervoer (met 45' containers) is reeds beschreven in hoofdstuk 7. De maximale omvang van het aandeel van de binnenvaart in het achterlandvervoer van deze stromen (die nu vrijwel geheel over de weg en met het spoor gaan) is bepaald door rekening te houden met het marktaandeel van de binnenvaart in het gewone containervervoer en de benodigde tijd voor het ondergaan van een multimodale transitie in de binnenvaart (geschikt maken van schepen en vaarwegen voor het vervoer van continentale 45 voet containers).

In het DRUK en WATERDRUK scenario is verondersteld dat de binnenvaart op termijn haar volledige potentieel waar zal maken. In het RUST scenario is uitgegaan van een iets beperkter succes. In de niet duurzame scenario's is de ontwikkeling van het marktaandeel veel lager ingeschat. Tenslotte is in het WARM en STOOM scenario eveneens rekening gehouden met een halvering van het marktaandeel tussen 2050 en 2100 als gevolg van de slechte betrouwbaarheid van het vaarwegennet. De veronderstelde marktaandelen en volumes zijn weergegeven in tabel 13 en figuur 55.

Tabel 13: Marktaandeel continentale container achterlandvervoer

Marktaandeel in achterlandvervoer 45 voet containers	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	0,5%	2,0%	4,8%	7,5%	7,9%	7,2%	6,1%	5,1%	4,2%
DRUK	1,7%	6,6%	16,1%	25,1%	29,1%	29,9%	29,1%	28,4%	27,7%
WARM	0,3%	1,0%	2,4%	3,8%	3,9%	3,6%	3,1%	2,6%	2,1%
RUST	1,3%	4,9%	12,1%	18,8%	21,8%	22,4%	21,9%	21,3%	20,8%
DOORSTOMEN	0,5%	2,0%	4,8%	7,5%	8,7%	9,0%	8,7%	8,5%	8,3%
WATERDRUK	1,7%	6,6%	16,1%	25,1%	29,1%	29,9%	29,1%	28,4%	27,7%



Figuur 55: Omvang van de continentale containerbinnenvaart gerelateerd aan bediening achterland zeehavens

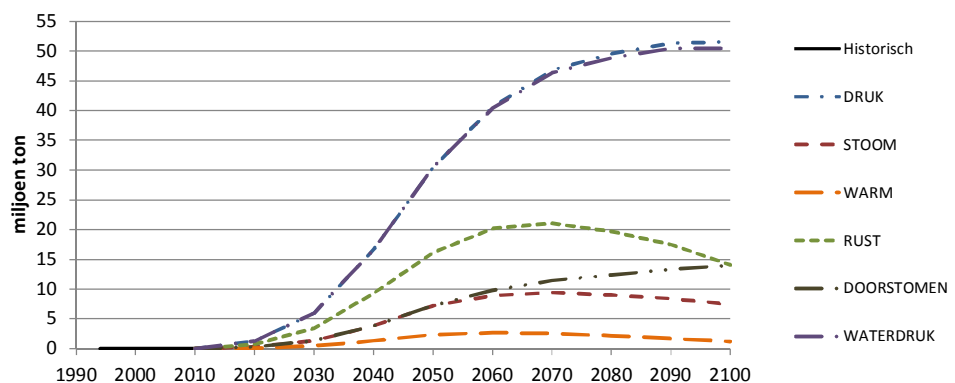
8.8.2

Aandeel containerbinnenvaart in het continentale lange afstand vervoer

De potentiële omvang van de continentale containerbinnenvaart in het lange afstand vervoer boven de 300 km is bepaald aan de hand van het streven van de Europese Unie om in 2050 zo'n 50% van het vervoer multimodaal vorm te geven.

Niet alle continentale lading komt in aanmerking voor multimodaal vervoer. Voor pakketladingen en deelladingen (pallets) zal het zeker tot 2050 nauwelijks mogelijk zijn een significante verschuiving in de modal split te bewerkstelligen. Dit betekent dat de ambitie om 50% te verschuiven kan worden vertaald in een ambitie om 57% van de goederen te verschuiven in de hiervoor in aanmerking komende categorieën (bulk, containers en volle truckladingen). Om het potentieel voor de binnenvaart in te schatten is dit percentage vermenigvuldigd met het marktaandeel van de binnenvaart in het multimodale vervoer van containers. Hiervoor is gebruik gemaakt van de doorgetrokken ramingen uit de WLO scenario's tot 2040.

Daarnaast is rekening gehouden met de verwachte dynamiek rondom het verloop van de transitie in de ontwikkeling van de continentale containerbinnenvaart en de uiteindelijke mate van succes van deze transitie. De veronderstelde marktaandelen en volumes zijn weergegeven in figuur 56 en tabel 14.



Figuur 56: Omvang van de continentale containerbinnenvaart in het continentale lange afstandsvervoer

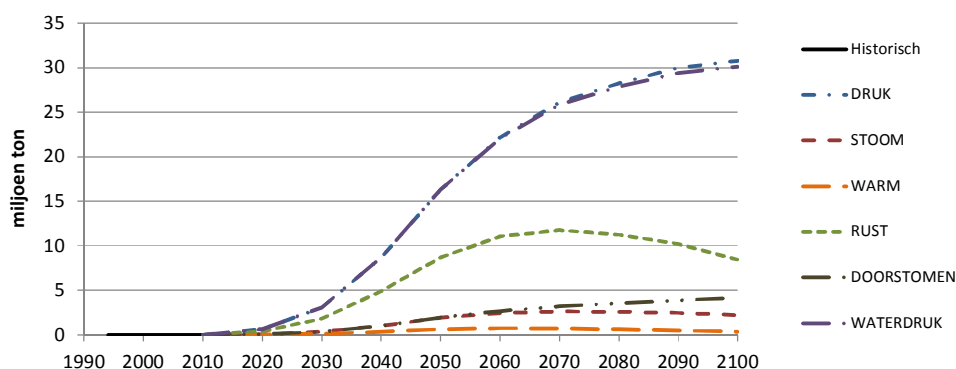
Tabel 14: Marktaandeel in volle stukgoedlading boven de 300 km

Marktaandeel in volle stukgoedladingen boven 300 km	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	0,2%	0,9%	2,3%	3,6%	3,8%	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%
DRUK	1,2%	4,7%	11,6%	18,1%	21,1%	21,7%	21,2%	20,8%	20,3%
WARM	0,1%	0,5%	1,1%	1,8%	1,9%	1,7%	1,5%	1,2%	1,0%
RUST	0,9%	3,5%	8,6%	13,5%	15,8%	16,3%	15,9%	15,6%	15,2%
DOORSTOMEN	0,2%	0,9%	2,3%	3,6%	4,2%	4,3%	4,2%	4,2%	4,1%
WATERDRUK	1,2%	4,7%	11,6%	18,1%	21,1%	21,7%	21,2%	20,8%	20,3%

8.8.3

Aandeel containerbinnenvaart in het continentale korte afstand vervoer

Als de binnenvaart significant een aandeel zal verwerven in het continentale lange afstandsvervoer zal dit eveneens leiden tot continentaal containervervoer over kortere afstanden. Hierbij is uitgegaan van een bescheiden maximaal marktaandeel van 5%. De veronderstelde marktaandelen en omvang van de volumes in dit marktsegment is weergegeven in figuur 57 en tabel 15.



Figuur 57: Omvang van de continentale containerbinnenvaart in het continentale korte afstandsvervoer

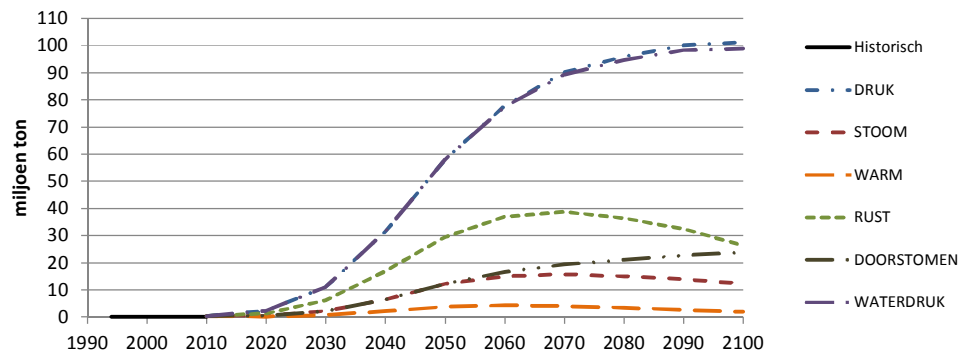
Tabel 15: Marktaandeel continentaal korte afstandsvervoer

Marktaandeel in volle stukgoedladingen onder 300 km	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	0,0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%
DRUK	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
WARM	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%
RUST	0,2%	0,8%	1,9%	3,0%	3,6%	3,8%	3,8%	3,8%	3,8%
DOORSTOMEN	0,0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
WATERDRUK	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%

8.8.4

Totale omvang continentale containerbinnenvaart

De totale omvang van de continentale containerbinnenvaart kan worden bepaald door de drie bovengenoemde marktsegmenten bij elkaar op te tellen. De omvang van het totale volume is weergegeven in figuur 58.



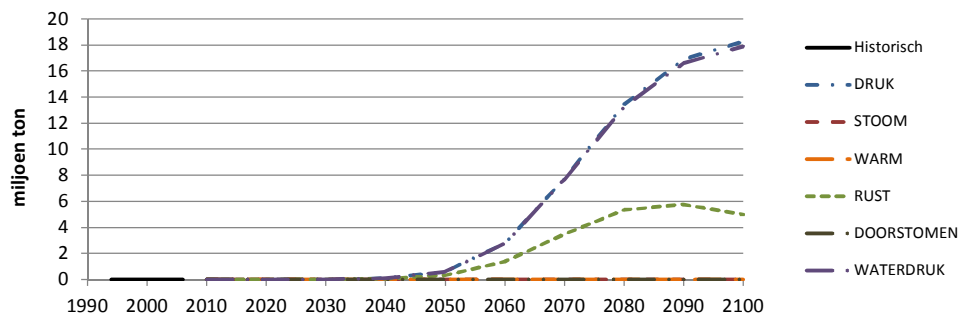
Figuur 58: Omvang continentale containerbinnenvaart

8.9

Opkomst continentaal palletvervoer met de binnenvaart

Als continentaal containervervoer aanslaat en bedrijven zich op termijn weer aan het water gaan vestigen ontstaat er een situatie waarin containerpalletvaart zich kostencompetitief kan ontwikkelen. In de duurzame scenario's RUST, DRUK en WATERDRUK wordt daarom eveneens de ontwikkeling van binnenvaart palletdistributienetwerken (palletvaart) meegenomen.

Groothedde (2005) heeft onderzoek naar de ontwikkeling van dergelijke netwerken gedaan en concludeerde dat er voor de door hem onderzochte (Nederlandse) ladingstromen een potentieel marktaandeel van 10% tot 15% mogelijk was. Wij zijn in het meest optimistische scenario voor Nederland uitgaan van een bescheiden aandeel van 5% in het continentale vervoer van deelladingen. De veronderstelde marktaandelen en volumes zijn weergegeven in figuur 59 en tabel 16.



Figuur 59: Omvang continentale palletvaart

Tabel 16: Marktaandeel continentaal palletvervoer

Marktaandeel continentaal palletvervoer	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DRUK	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%
WARM	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RUST	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,8%	1,9%	3,0%	3,6%	3,8%
DOORSTOMEN	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WATERDRUK	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%

9 Conclusies

In dit rapport is op basis van de inzichten uit het lopende onderzoeksproject naar de *"Very Long Term Development of the Dutch Inland Waterway Transport System, Towards a vision for the year 2100"* invulling gegeven aan de vier vigerende Deltascenario's DRUK, RUST, STOOM en WARM. Bij het opstellen van de kwalitatieve en kwantitatieve scenario's is rekening gehouden met de volgende drie drijfveren:

- (1) Economische ontwikkeling;
- (2) Klimaatverandering;
- (3) Maatschappelijke drang naar verduurzaming.

De eerste twee drijfveren zijn reeds expliciet in de studies van de Deltascenario's opgenomen. De laatste drijfveer was impliciet meegenomen, maar is in onze ogen van dermate groot belang dat wij haar expliciet hebben gemaakt.

Er bestaat een directe relatie tussen de economische productie en de ontwikkeling van de transport volumes. Van deze relatie is dankbaar gebruik gemaakt bij het ramen van de totale overslagvolumes in de zeehavens en de totale vervoersvolumes in het binnenlandse (Europese continentale) vervoer.

Klimaatverandering heeft niet alleen gevolgen voor de veiligheid tegen overstromen en de beschikbaarheid van voldoende zoet water (kernwaarden van het Deltaprogramma), maar eveneens voor de transportsector en met name het vervoer over water. Van alle transportmiddelen is de binnenvaart het meest gevoelig voor de veranderingen van het klimaat. Bij sterke effecten van klimaatverandering vallen de gevolgen voor de binnenvaart tot 2050 echter nog mee, daarna kan de binnenvaart in de periode juli t/m augustus mogelijk te maken krijgen met een vrijwel onbevaarbare Rijn, Waal en Gelderse IJssel. In het winterseizoen kan de combinatie van veel bovenwater met een sterke opstuwing van het waterniveau op zee eveneens problemen opleveren voor de bereikbaarheid van de zeehavens. Ook belemmert een hoge waterstand de doorvaart onder bruggen.

Op dit moment staat de wereld aan het begin van een nieuwe zeer lange termijn economische Kondratieff golf (die een lengte heeft van ongeveer 50 jaar). Deze economische golfbeweging gaat samen met de transitie naar een duurzamere samenleving. Deze maatschappelijke dynamiek kan vergaande gevolgen hebben voor het transportsysteem. De laatste jaren is er steeds meer aandacht gekomen voor vervoer over water. Het is niet uitgesloten dat er in de toekomst veel meer goederen over water vervoerd zullen worden. Hierbij hoeft niet alleen gedacht te worden aan het vervoer van bulk goederen (van oudsher het belangrijkste goederensegment in de binnenvaart) en het vervoer van intercontinentale containers vanaf de zeehaven naar het achterland (die de laatste jaren een zeer sterke groei heeft laten zien), maar ook aan het vervoer van continentale lading (in pallet wide high cube 45' containers) en in een later stadium de distributie van deelladingen (meestal pallets). De mate waarin deze nieuwe goederenstromen van de grond zullen komen hangt echter af van de mate waarin er een verduurzaming van de maatschappij op zal treden. Een zelfde effect kan ook optreden in de zeehavens waar continentale Europese lading (in 45' containers) eveneens een

steeds belangrijkere rol zal gaan spelen. Deze trend is nu al zichtbaar in het huidige short-sea vervoer en het aansluitende spoorvervoer.

Voor elk van de scenario's is een kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving opgesteld die zowel betrekking heeft op de overslag in de zeehavens als op de doorvoer met de binnenvaart. Hieronder volgt eerst een korte kwalitatieve beschrijving van de vier vigerende scenario's DRUK, STOOM, RUST en WARM.

Het DRUK scenario combineert een hoge economische groei met een sterke maatschappelijke drang naar verduurzaming en het uitblijven van grote effecten van klimaatverandering. In dit scenario zal er door de maatschappelijke drive naar verduurzaming van het transportsysteem veel interesse zijn voor vervoer over water. In de zeehavens leidt dit onder andere tot een sterke groei van de overslag van continentale lading. Op de binnenwateren is duidelijk een trend te zien waarbij bedrijven zich weer aan het water gaan vestigen. De binnenvaart speelt niet langer uitsluitend een rol in het vervoer van bulk lading en conventionele containers (van de zeehaven naar het achterland) maar verwerft eveneens een behoorlijk aandeel in het vervoer van continentale lading (in continentale 45' containers). Doordat bedrijven zich weer aan het water zijn gaan vestigen ontwikkelen er zich in de tweede helft van de 21^{ste} eeuw eveneens palletdistributienetwerken voor het vervoer van continentale deelladingen over water (palletvaart).

Het STOOM scenario gaat uit van hoge economische groei, beperkte interesse in verduurzaming van de maatschappij en grote gevolgen van klimaatverandering op de stijging van de zeespiegel en de afvoer van de rivieren. In dit scenario neemt de overslag van goederen in de zeehavens sterk toe. De Nederlandse zeehavens verliezen in de tweede helft van de eeuw echter wel marktaandeel in de Le-Havre – Hamburg regio door het onbevaarbaar worden van de rivier de Rijn (alsmede de Waal en de Gelderse IJssel) in de maanden juli t/m oktober. De binnenvaart behoudt tot 2050 een sterk marktaandeel in het vervoer van bulkgoederen en containers, maar verliest daarna marktaandeel aan de overige transportmodaliteiten. Door de grote transportvolumes komt continentaal vervoer toch in beperkte mate van de grond. De ontwikkeling van palletdistributienetwerken blijft uit.

Het RUST scenario gaat uit van een lage economische groei in combinatie met een sterke maatschappelijke drang naar verduurzaming en het uitblijven van grote effecten van klimaatverandering. In dit scenario groeit de overslag van goederen in de eerste helft van de eeuw nog beperkt door, maar in de tweede helft nemen de vervoersvolumes als gevolg van de afnemende economische productie en ontkoppeling tussen economie en transport sterk af. Door de sterke focus op duurzaam transport groeit het marktaandeel van de binnenvaart ten opzichte van de overige transportmodaliteiten. Naast bulk producten en conventionele (diepzee) containers verwerft de binnenvaart ook een aandeel in het vervoer van continentale lading en ontstaan er richting het einde van de eeuw eveneens palletdistributienetwerken. Deze laatste ontwikkeling komt mede tot stand door de ontwikkeling van nieuwe watergebonden bedrijfslocaties.

Het WARM scenario combineert een lage economische groei met een beperkte focus op verduurzaming en grote effecten van klimaatverandering. In dit scenario nemen de overslagvolumes in de zeehavens aanvankelijk nog beperkt toe, maar richting

het einde van de eeuw treedt een aanzienlijke daling in. De daling in de overslagvolumes wordt enerzijds veroorzaakt door de terugval in economische productie en anderzijds door de verslechterde achterlandverbinding met de binnenvaart als gevolg van de effecten van klimaatverandering. Door de beperkte omvang van de volumes en gebrekkige focus op maatschappelijke verduurzaming neemt het aandeel van de binnenvaart in het vervoer van bulk producten en conventionele (diepzee) containerlading af en komt het vervoer van continentale lading nauwelijks van de grond. De ontwikkeling van palletdistributienetwerken blijft volledig uit.

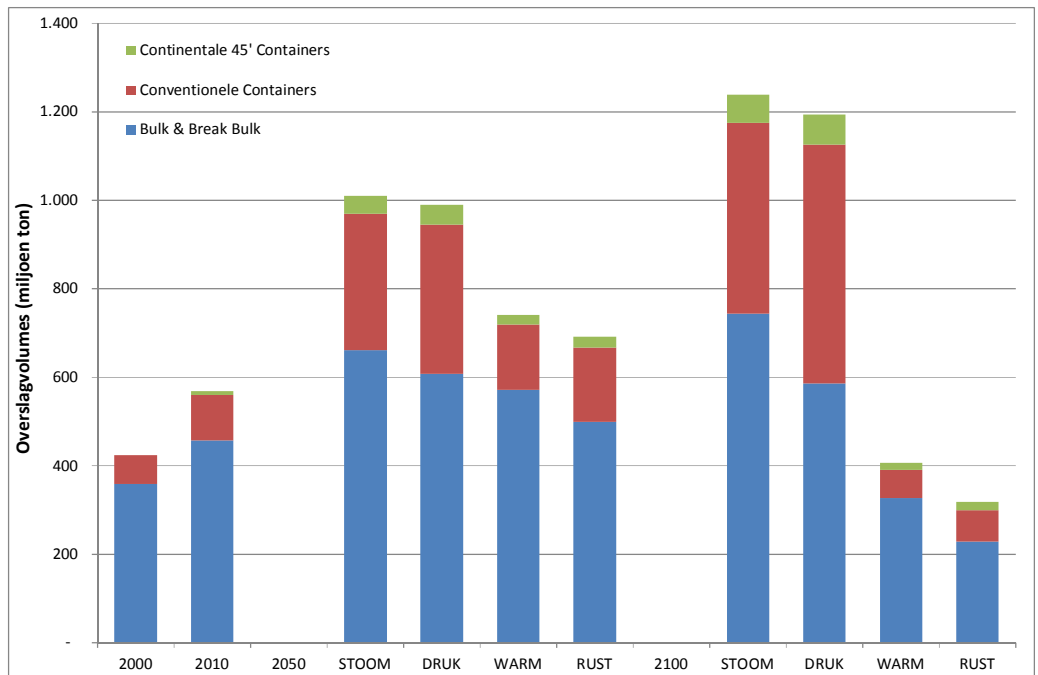
De ontwikkeling voor de vigerende Deltascenario's is gekwantificeerd en weergegeven in figuur 60 en 61.

Bij het invullen van de scenario's kwamen wij tot de conclusie dat de vigerende scenario's de hoekpunten van de toekomst niet volledig verkennen. Om na te gaan in welke mate de nieuwe inzichten leiden tot hogere volumes hebben we een tweetal aanvullende scenario's opgesteld. Naar deze scenario's zal worden gerefereerd als de DOORSTOMEN en WATERDRUK scenario's.

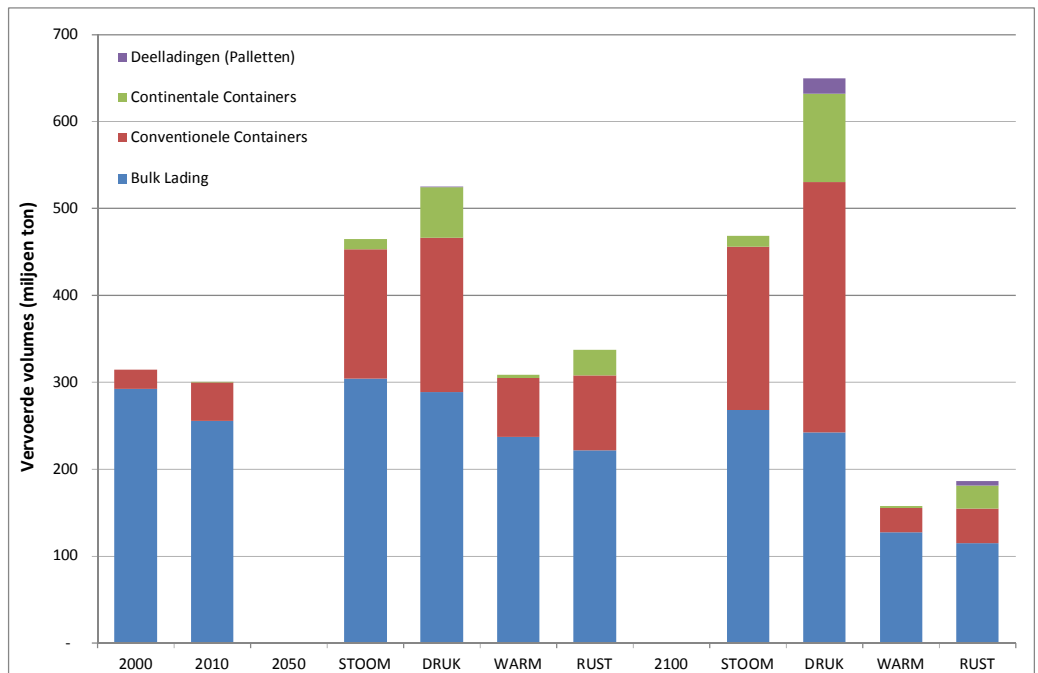
Het DOORSTOMEN scenario is verwant aan het STOOM scenario, maar wijkt af wat betreft de effecten van klimaatverandering. In dit scenario gaan wij ervan uit dat de sterke effecten van klimaatverandering op het watersysteem uitblijven ondanks een hoge groei van de economische productie en een beperkte focus op verduurzaming. In dit scenario wordt de groei van de volumes in de tweede helft van de eeuw niet geremd door de verslechtering van de bereikbaarheid van de havens en de achterlandverbinding over water.

Het WATERDRUK scenario is verwant aan het DRUK scenario, maar veronderstelt dat het ondanks de sterke focus op verduurzaming niet lukt om de effecten van klimaatverandering af te wenden. In lijn met de sterke drang naar verduurzaming van het transportsysteem worden kosten nog moeite gespaard om de rivieren bevaarbaar te houden. Dit leidt onder andere tot de verdere kanalisatie van de (Duitse) Rijn, Waal en Gelderse IJssel. Dit leidt uiteindelijk zelfs tot een verbetering van de kwaliteit van de vaarweg en een beperkte toename van het vervoer over water ten opzichte van de situatie zonder klimaatverandering.

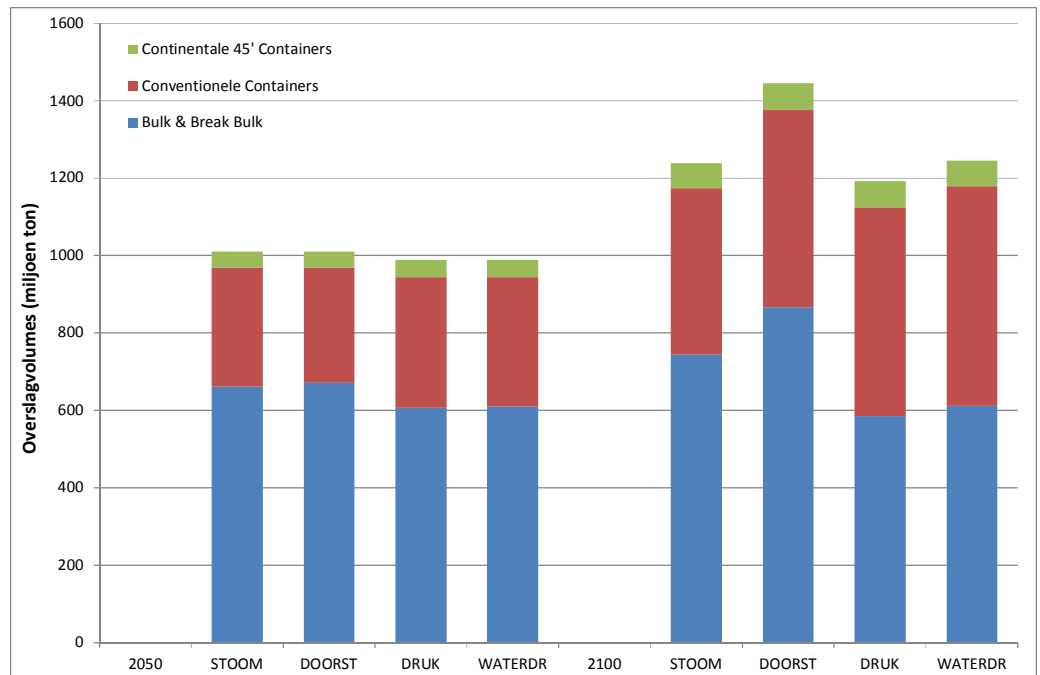
De effecten van deze twee scenario's zijn eveneens gekwantificeerd en weergegeven in figuur 62 en 63. Voor 2050 zijn de uitkomsten van de scenario's nog vrijwel identiek. De oorzaak hiervan is dat de gevolgen van klimaatverandering op deze termijn nog relatief beperkt zijn. In het jaar 2100 is het verschil tussen het STOOM en DOORSTOMEN scenario aanzienlijk. De verschillen tussen transportvolumes in het DRUK en WATERDRUK scenario zijn kleiner, maar hier is het wel belangrijk om te beseffen dat het bevaarbaar houden van de West-Europese vaarwegen in het WATERDRUK scenario enorme infrastructurele gevolgen heeft.



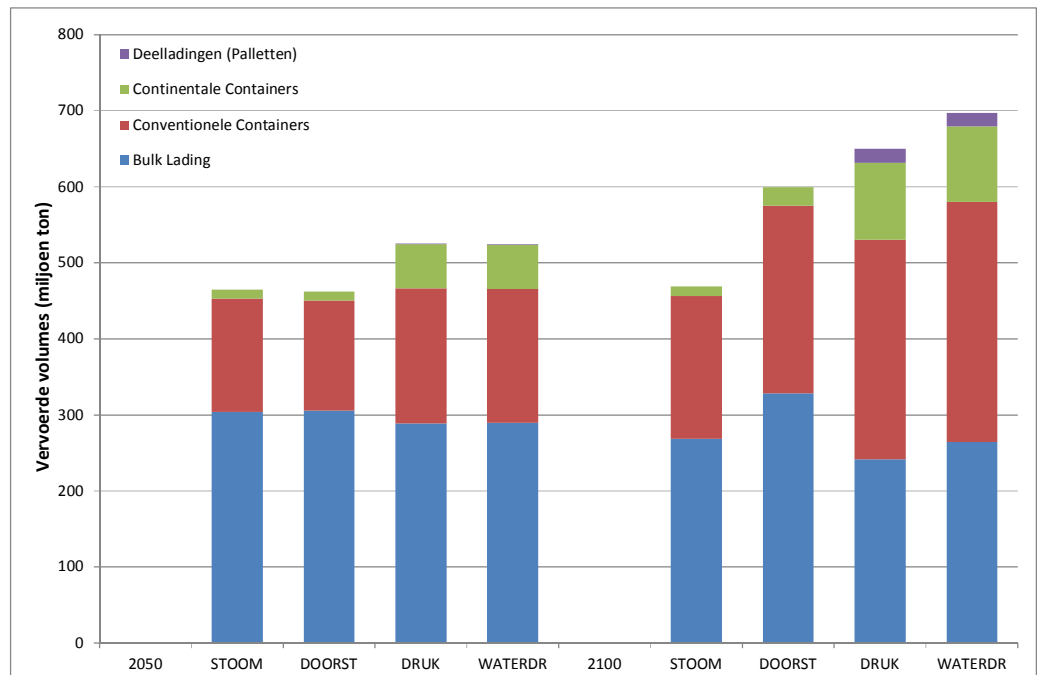
Figuur 60: Raming Deltascenario's overslag goederen zeehavens



Figuur 61: Raming Deltascenario's vervoersprestatie binnenvaart



Figuur 62: Gevoeligheidsanalyse doorvoer zeehavens



Figuur 63: Gevoeligheidsanalyse vervoersprestatie binnenvaart

Literatuuroverzicht

Allianz Global Investors (2010) *The sixth Kondratieff – long waves of prosperity*, Analysis & Trends, January edition.

Brolsma, J.U. (2010) *Historische ontwikkeling van de binnenvaart*, DVS Rijkswaterstaat, paper prepared as course material for PAO course on inland shipping.

Carone, G., C. Denis, K. Mc Morrow, G. Mourre en W. Röger (2006) *Long-term labour productivity and GDP projections for the EU25 Member States: a production function framework*, European Economy, Volume 253, European Commission, Directorate-General for Economic and Financial Affairs.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2012) *Statline Database*, www.cbs.nl.

Connekt (2003) *Distrivaart-2: Evaluatie pilot*. Delft: Connekt.

Deltacommissie (2008) *Working together with water, A living land builds for its future*, www.deltacommissie.com.

Deltacommissie (2012) *Deltaprogramma 2013, Werk aan de delta, De weg naar deltabeslissingen*.

ECE (2006) *Inventory of Main Standards and Parameters of the E Waterway Network*, Economic Commission for Europe, United Nations, New York and Geneva.

European Commission (1993) *The future development of the common transport policy, A global approach to the construction of a Community framework for sustainable mobility*, Bulletin of the European Communities, Supplement 3/93, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

European Commission (2001) *White Paper, European transport policy for 2010: time to decide*, Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.

European Commission (2006) *Keep Europe Moving, Sustainable mobility for our continent*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

European Commission (2011) *White Paper on transport, roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource-efficient transport system*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Gordon, R.J. (2012) *Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovations Confronts the Six Headwinds*. Working Paper 18315, National Bureau of Economic Research, Cambridge, USA.

Granger, C.W.J. en P. Newbold (1974) *Spurious Regression in Econometrics*, Journal of Econometrics, Vol. 28, no. 1, pp. 3-22.

Grübler, A. (1990) *The Rise and Fall of Infrastructures: Dynamics of Evolution and Technological Change in Transport*, Physica-Verlag Heidelberg.

Grübler, A. en N. Nakićenović (1991) *Long Waves, Technology Diffusion, and Substitution*, IIASA, Laxenburg, Austria.; reprinted from Review XIV(2), Spring 1991, pp. 313-342.

Havinga, H. (2012) *Morfologie Bovenrijn en Waal, Het autonome proces en maatregelen*, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Deltaprogramma Rivieren, Technische Universiteit Delft, Arnhem.

HKV (2007) *MIT-Verkenningennota Duurzame Vaardiepte Rijndelta. HKV Lijn in Water*.

Huizinga, F.H. (2012) *CPB notitie betreft: Actualiteit WLO scenario's*, Centraal Planbureau, 8 mei 2012.

Huizinga, F.H. en K. Folmer (2012) *CPB Notitie betreft: Invulling macro beeld Delta scenario's*, Centraal Planbureau, 2 oktober 2012.

Informatie Binnenvaart (2011) *Schip afladen op waterstand. Hoe werkt dat?*
<http://www.informatie.binnenvaart.nl/veiligheid/522-afladen-op-waterstand.html>.

IPCC (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Jackson, T. (2009a) *Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy*, Sustainable Development Commission, <http://www.sd-commission.org.uk/>.

Jackson, T. (2009b) *Prosperity without growth, Economics for a finite planet*, Earthscan, London, UK.

Jansen, L.H.M., V.R. Okker en J. Schuur (2006) *Welvaart en Leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040; Achtergronddocument*, Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.

Juglar, C. (1862) *Des Crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre, et aux Etats-Unis*, France.

Kahn, H., W. Brown, L. Martel (1977) *The Next 200 Years, A Scenario for America and the World*, The Hudson Institute, Associated Business Programmes Ltd., 17 Buckingham Gate, London, United Kingdom.

Kondratieff, N.D. (1926) *Die langen Wellen der Konjunktur*, Archiv für Sozialwissenschaft, Vol. 56, pp. 573-609.

Linde, A. H. te (2006) *Effect of climate change on the rivers Rhine and Meuse*, WL | Delft Hydraulics, prepared for Rijkswaterstaat.

Linde, A. H. te (2011) *Rhine at risk? Impact of climate change on low-probability floods in the Rhine basin and the effectiveness of flood management measures*, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Maddison, A. (2010) *Historic Data on Population and GDP*, www.ggdc.net/Maddison.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007) *Varen voor een vitale economie, Een veilige en duurzame binnenvaart*. Drukkerij Albani, Den Haag.

Moody, J.B. en B. Nogrady (2010) *The Sixth Wave: How to Succeed in a Resource-limited World*, Vintage Books, Sidney, Australia.

PBL/LEI (2012) *Notitie: Deltascenario's 2012, Regionalisering en kwantificering verhaallijn, conceptversie 03-09-2012*.

Petersen, M.S., R. Enei, C.O. Hansen, E. Larrea, O. Obisco, C. Sessa, P.M. Timms en A. Ulied (2009) *TRANSvisions: Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 year Horizon*, Final Report, Funded by DG TREN, Copenhagen, Denmark.

Smid, B. (2005) *Arbeidsproductiviteit op lange termijn in historisch en international perspectief*, CPB Memorandum, Vol. 107, Jan 14th.

The Conference Board (2012) *Total Economy Database*, www.conference-board.org/economics/database.cfm.

Turpijn, B. en R. Weekhout (2011) *Klimaat en Binnenvaart*, Rijkswaterstaat.

United Nations (2004) *Manual on modernization of inland water transport for integration within a multimodal transport system*, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ST/ESCAP/2285.

Van den Hurk, B., A. K. Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G. J. van Oldenborgh, C. Katsman, H. van den Brink, F. Keller, J. Bessembinder, G. Burgers, G. Komen, W. Hazeleger en S. Drijfhout (2006) *KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands*, KNMI Scientific report WR 2006-01. KNMI The Netherlands.

Van Dorsser, C., M. Wolters en B. van Wee (2012) *A very long term forecast of the port throughput in the Le Havre – Hamburg range up to 2100*, European Journal of Transport Infrastructure Research, Vol. 12, No. 1, pp. 88-110.

Van Duijn, J. (2007) *De groei voorbij, Over de economische toekomst van Nederland na de booming nineties*, De bezige bij, Amsterdam.

Wit, M. de, H. Buiteveld, W. van Deursen, F. Keller en J. Bessenbinders (2008) *Klimaatverandering en de afvoer van Rijn en Maas*, Stromingen, Vol. 14, No. 1.

Bijlage 1: Aanvankelijke scheepvaartscenario's

Bij aanvang van het project waren de binnenvaartscenario's als volgt gedefinieerd.

DRUK	STOOM
<p>Belangrijkste karakteristieken;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mondiale energie transitie naar CO₂ neutrale brandstoffen (bio-based, kernfusie, renewables), 2. Hoge bevolkingsgroei 3. Hoge economische groei, NL frontrunner, Europese uitbreiding 4. Rotterdam belangrijke internationale doorvoer hub 5. Sterk toenemend vervoer scheepvaart, relatief lage transportkosten 6. Lage zeespiegelstijging 7. Weinig verandering in rivierafvoeren 8. Verregaande internationale samenwerking 9. Technologische innovaties scheepvaartsector <p>Verhaallijn Door de hoge economische groei, de Europese uitbreidingen en de internationale samenwerking komt er een grote vraag naar transportcapaciteit. Door innovaties in de scheepvaart zijn de transportkosten in deze sector relatief laag en neemt de vraag naar vervoer in de scheepvaartsector sterk toe. Door de sterke positie en innovatie karakter van de Nederlandse economie behoudt Rotterdam zijn sterke internationale positie als haven. Door de Europese uitbreiding stijgt de vraag naar regionale doorvoercapaciteit door middel van <i>short sea shipping</i> en binnenvaart. Door innovaties verstrekt Rotterdam zijn positie als doorvoerhaven. Doordat er geen beperkingen optreden in mogelijkheden van doorvoer per binnenvaart en toenemende doorvoer met andere transportmodaliteiten zijn de condities optimaal voor de groei van de Rotterdamse haven. Ook andere Nederlandse haven profiteren van de groeiende vraag naar scheepstransporten. De binnenvaart krijgt door verschillende innovaties een goede concurrentiepositie ten opzichte van andere transportmodaliteiten.</p>	<p>Belangrijkste karakteristieken;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geen energie transitie maar voldoende fossiele brandstoffen, hoge transportkosten, 2. Hoge bevolkingsgroei 3. Hoge economische groei, Europese uitbreiding 4. Rotterdam internationale overslag hub 5. Sterk toenemend vervoer scheepvaart 6. Hoge zeespiegelstijging, beperkingen Rotterdam 7. Veel verandering in rivierafvoeren, beperkingen doorvoer 8. Internationale samenwerking met focus op handel 9. Weinig technologische veranderingen scheepvaartsector, wel schaalvergroting binnenvaart <p>Verhaallijn Door de sterke economische groei en de focus op internationale handel blijft er grote behoefte aan internationaal vervoer. Echter door het gebrek aan innovaties in de scheepvaartsector stijgen de transportkosten in deze sector, waardoor de vraag enigszins achterblijft ten opzichte van de andere vervoersmodaliteiten. Doordat ook de toegankelijkheid van de haven van Rotterdam afneemt en belemmeringen voor doorvoer via de binnenvaart neemt de belangrijkheid van Rotterdam als distributiecentrum af. Wel blijft goederenoverslag voor regionale distributie via <i>short sea shipping</i> belangrijk. Een gedeelte van de doorvoerfunctie van Rotterdam via binnenvaart wordt overgenomen door andere Nederlandse havens die goede aansluiting hebben op vaarroutes die minder last hebben van stremmingen door fluctuerende afvoer. De binnenvaart heeft in het algemeen door schaalvergroting toenemende last van stremmingen op de rivieren door droogte in de zomer. Door deze belemmeringen verdwijnt een gedeelte van het Nederlandse marktaandeel binnen het scheepstransport naar havens buiten Nederland.</p>
RUST	WARM
<p>Belangrijkste karakteristieken;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mondiale energie transitie naar CO₂ neutrale brandstoffen (bio-based, kernfusie, renewables), relatief lage transportkosten 2. Lage mondiale bevolkingsgroei, NL bevolkingskrimp in 2100, braindrain 3. Lage economische groei, geen Europese uitbreiding, NL lager dan mondiaal, 4. Rotterdam hub voor Noordwest Europa 5. Door regionalisering geen toename vraag naar (int.) vervoer 6. Lage zeespiegelstijging 7. Weinig verandering in rivierafvoeren 8. Internationale samenwerking, sterke overheden, regionalisering in de handel, 9. Technologische innovaties scheepvaartsector, behoudt marktaandeel <p>Verhaallijn Ondanks een lage internationale groei komt er door de goede internationale samenwerking een energietransitie naar CO₂ neutrale energiebronnen. Door deze energietransitie en innovaties in de scheepvaartsector kan deze sector zijn marktaandeel behouden. Alhoewel Europa internationaal een lagere economische groei heeft weet Nederland binnen Europa relatief een goede positie te behouden. Door de lage economische groei ontstaat er een regionalisatie van de handel en transport, waardoor het internationale transport afneemt. Hierdoor verliest Rotterdam omzet in het internationale transport en overslag. Doordat er geen Europese uitbreiding komt neemt de vraag naar <i>short sea shipping</i> niet toe. Echter, doordat er weinig belemmeringen zijn voor de aanvoer over zee en doorvoer van goederen over de rivieren behoudt Rotterdam zijn concurrentiepositie ten opzichte van andere regionale havens en blijft belangrijk als doorvoerhaven voor Noordwest Europa. Door de innovaties en goede mogelijkheden voor transport over de rivieren behoudt de binnenvaart zijn belangrijke positie binnen de doorvoer van goederen.</p>	<p>Belangrijkste karakteristieken;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geen energie transitie, fossiele brandstoffen blijven belangrijkste energiebron, oplopende transportkosten 2. Hoge mondiale bevolkingsgroei, NL bevolkingskrimp en braindrain 3. Lage economische groei, geen Europese uitbreiding, NL minst de bootq 4. Rotterdam slechts regionale functie 5. Afnemende mondiale transport behoefte 6. Hoge zeespiegelstijging, beperkingen Rotterdam 7. Veel verandering in rivierafvoeren, beperkingen doorvoer 8. Weinig Internationale samenwerking, protectionisme, concurrentie tussen landen 9. Weinig technologische veranderingen scheepvaartsector, teruglopende binnenvaart <p>Verhaallijn Ondanks de lage economische groei lopen de transportkosten, door de focus op schaarser wordende fossiele brandstoffen, steeds verder op. Tevens komt er door protectionisme en weinig internationale handel een teruglopende vraag naar transport. Door de sterke zeespiegelstijging loopt de bereikbaarheid van Rotterdam terug. Tevens loopt het belang van de binnenvaart terug door de frequente stremmingen op de rivieren en vaarwegen. Doordat er geen Europese uitbreiding komt neemt ook de vraag naar <i>short sea shipping</i> af en hiermee loopt de rol van Rotterdam terug. Door concurrentie tussen landen om de kleiner wordende vraag naar transport en de problemen met de bereikbaarheid van, en doorvoer vanuit, Rotterdam verdwijnt een groot deel van het goederentransport van Rotterdam naar andere havens in de regio zoals Antwerpen, Le Havre en Hamburg. Hierdoor behoudt Rotterdam slechts een beperkte regionale functie op het gebied van doorvoer van goederen en zal sterk krimpen.</p>

Bijlage 2: Cijfers havens in scenario's

KWANTIFICERING SCENARIO'S ZEEHAVENS												
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Groei totale transportvolumes	Einheid											
STOOM	[index 2000=100]	100	145	171	194	216	245	273	299	322	339	351
DRUK	[index 2000=100]	100	138	162	181	198	220	238	252	262	266	265
WARM	[index 2000=100]	100	125	141	151	156	164	165	159	147	128	104
RUST	[index 2000=100]	100	121	135	142	144	147	142	131	114	90	62
DOORSTOMEN	[index 2000=100]	100	145	171	194	216	245	273	299	322	339	351
WATERDRUK	[index 2000=100]	100	138	162	181	198	220	238	252	262	266	265
Doorvoer Le-Havre - Hamburg Regio	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	784	1.135	1.338	1.519	1.693	1.923	2.142	2.342	2.520	2.657	2.751
DRUK	[miljoen ton]	784	1.085	1.267	1.418	1.552	1.721	1.866	1.977	2.054	2.087	2.075
WARM	[miljoen ton]	784	981	1.105	1.184	1.226	1.288	1.291	1.243	1.148	1.004	813
RUST	[miljoen ton]	784	946	1.054	1.110	1.128	1.152	1.111	1.026	895	708	489
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	784	1.135	1.338	1.519	1.693	1.923	2.142	2.342	2.520	2.657	2.751
WATERDRUK	[miljoen ton]	784	1.085	1.267	1.418	1.552	1.721	1.866	1.977	2.054	2.087	2.075
Aandeel Nederlandse Havens	Einheid											
STOOM	[% marktaandeel]	54%	55%	55%	54%	53%	53%	51%	50%	48%	47%	45%
DRUK	[% marktaandeel]	54%	55%	55%	54%	53%	53%	51%	50%	48%	47%	45%
WARM	[% marktaandeel]	54%	55%	58%	58%	58%	58%	56%	55%	53%	52%	50%
RUST	[% marktaandeel]	54%	55%	58%	58%	59%	60%	61%	62%	63%	64%	65%
DOORSTOMEN	[% marktaandeel]	54%	55%	55%	54%	53%	53%	53%	53%	53%	53%	53%
WATERDRUK	[% marktaandeel]	54%	55%	58%	58%	58%	58%	59%	59%	60%	60%	60%
Doorvoer Nederlandse Havens	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	424	568	736	823	903	1.009	1.092	1.160	1.210	1.236	1.238
DRUK	[miljoen ton]	424	568	729	815	892	990	1.073	1.137	1.181	1.200	1.193
WARM	[miljoen ton]	424	568	636	681	705	740	723	677	608	517	406
RUST	[miljoen ton]	424	568	606	648	668	691	678	636	564	453	318
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	424	568	736	823	903	1.009	1.124	1.230	1.323	1.395	1.444
WATERDRUK	[miljoen ton]	424	568	729	815	892	990	1.082	1.157	1.212	1.242	1.245
Aandeel containeriseerbare lading	Einheid											
STOOM	[% aandeel NL]	32%	33%	35%	38%	41%	44%	45%	46%	48%	49%	50%
DRUK	[% aandeel NL]	32%	33%	33%	34%	34%	35%	34%	33%	32%	31%	30%
WARM	[% aandeel NL]	32%	33%	33%	34%	34%	35%	34%	33%	32%	31%	30%
RUST	[% aandeel NL]	32%	33%	35%	37%	38%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
DOORSTOMEN	[% aandeel NL]	32%	33%	35%	38%	41%	43%	45%	46%	48%	49%	50%
WATERDRUK	[% aandeel NL]	32%	33%	37%	40%	44%	47%	50%	52%	55%	57%	60%
Doorvoer containeriseerbare lading	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	135	169	258	313	370	444	494	538	576	603	619
DRUK	[miljoen ton]	135	169	270	329	390	465	532	593	647	689	716
WARM	[miljoen ton]	135	169	210	229	242	259	246	224	195	160	122
RUST	[miljoen ton]	135	169	212	237	256	276	271	254	226	181	127
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	135	169	258	313	370	433	508	571	630	681	722
WATERDRUK	[miljoen ton]	135	169	270	329	390	462	537	604	664	713	747
Containerisatiegraad	Einheid											
STOOM	[% containeriseerbaar]	48%	59%	69%	74%	77%	78%	79%	80%	80%	80%	80%
DRUK	[% containeriseerbaar]	48%	59%	70%	76%	80%	82%	83%	84%	85%	85%	85%
WARM	[% containeriseerbaar]	48%	59%	63%	64%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
RUST	[% containeriseerbaar]	48%	59%	65%	68%	69%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
DOORSTOMEN	[% containeriseerbaar]	48%	59%	69%	74%	77%	78%	79%	80%	80%	80%	80%
WATERDRUK	[% containeriseerbaar]	48%	59%	70%	76%	80%	82%	83%	84%	85%	85%	85%
Doorvoer gecontaineriseerde lading	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	65	112	176	230	284	348	391	428	459	482	495
DRUK	[miljoen ton]	65	112	188	250	311	382	444	499	547	584	607
WARM	[miljoen ton]	65	112	131	147	157	168	160	145	127	104	79
RUST	[miljoen ton]	65	112	138	161	177	192	189	178	158	127	89
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	65	112	176	230	284	339	402	454	502	544	577
WATERDRUK	[miljoen ton]	65	112	188	250	311	379	448	508	561	604	634
Continentele Europese 45 voet containers	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	1	7	20	27	34	40	46	52	56	61	64
DRUK	[miljoen ton]	1	7	23	32	39	45	52	58	63	66	68
WARM	[miljoen ton]	1	7	12	17	19	22	23	22	21	19	16
RUST	[miljoen ton]	1	7	14	20	23	25	26	25	22	18	14
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	1	7	19	27	34	41	47	53	59	64	69
WATERDRUK	[miljoen ton]	1	7	23	32	39	45	52	57	62	65	66
Conventionele container volumes	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	64	104	157	203	250	307	344	376	403	421	431
DRUK	[miljoen ton]	64	104	164	217	272	337	392	441	485	518	540
WARM	[miljoen ton]	64	104	119	131	137	147	137	123	105	85	64
RUST	[miljoen ton]	64	104	124	142	154	168	163	152	133	104	71
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	64	104	157	203	250	298	355	401	444	480	508
WATERDRUK	[miljoen ton]	64	104	164	217	272	334	396	451	500	539	568
Doorvoer bulk en breakbulk lading	Einheid											
STOOM	[miljoen ton]	359	457	559	592	619	662	702	732	750	754	743
DRUK	[miljoen ton]	359	457	541	566	581	607	629	637	634	616	586
WARM	[miljoen ton]	359	457	504	534	548	572	563	532	482	413	327
RUST	[miljoen ton]	359	457	468	486	491	499	489	458	406	326	229
DOORSTOMEN	[miljoen ton]	359	457	559	592	619	671	722	776	821	851	867
WATERDRUK	[miljoen ton]	359	457	541	566	581	610	634	649	651	638	611

Bijlage 3: Cijfers binnenvaart in scenario's

KWANTIFICERING BINNENLANDSE VOLUMES EN BINNENVAART												
	2000	2004	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Groei totale transportvolumes												
STOOM	100	115	129	152	174	196	224	252	278	302	325	344
DRUK	100	115	123	144	162	179	200	219	235	247	256	259
WARM	100	115	113	128	139	146	155	159	157	150	139	122
RUST	100	115	110	124	132	137	142	142	137	126	111	91
DOORSTOMEN	100	115	129	152	174	196	224	252	278	302	325	344
WATERDRUK	100	115	123	144	162	179	200	219	235	247	256	259
Binnenlands Vervoer												
STOOM	1.041	1.192	1.146	1.585	1.809	2.036	2.335	2.624	2.898	3.141	3.382	3.578
DRUK	1.041	1.192	1.146	1.502	1.689	1.858	2.080	2.276	2.445	2.572	2.661	2.691
WARM	1.041	1.192	1.146	1.334	1.445	1.521	1.611	1.655	1.632	1.565	1.443	1.272
RUST	1.041	1.192	1.146	1.286	1.376	1.423	1.477	1.476	1.421	1.314	1.160	951
DOORSTOMEN	1.041	1.192	1.146	1.585	1.809	2.036	2.335	2.624	2.898	3.141	3.382	3.578
WATERDRUK	1.041	1.192	1.146	1.502	1.689	1.858	2.080	2.276	2.445	2.572	2.661	2.691
Conventionele Bulkklading												
STOOM	616	644	621	705	767	804	845	883	915	942	961	976
DRUK	616	644	621	698	718	729	741	734	718	697	669	637
WARM	616	644	621	686	702	702	697	673	640	602	559	510
RUST	616	644	621	654	648	628	600	552	500	445	387	328
DOORSTOMEN	616	644	621	723	767	804	849	892	933	971	1.002	1.027
WATERDRUK	616	644	621	698	718	729	742	736	722	702	676	645
Conventionele Containerlading (diepzee)												
STOOM	70	99	106	168	219	270	330	371	407	436	458	470
DRUK	70	99	106	178	237	296	363	422	474	520	555	577
WARM	70	99	106	125	140	149	160	152	138	120	99	75
RUST	70	99	106	131	153	168	183	180	169	150	121	84
DOORSTOMEN	70	99	106	168	219	270	322	382	431	477	517	548
WATERDRUK	70	99	106	178	237	296	360	426	483	533	574	602
Overig binnenlands vervoer												
STOOM	354	449	419	712	824	962	1.159	1.370	1.576	1.763	1.963	2.132
DRUK	363	449	419	626	734	833	977	1.120	1.253	1.356	1.437	1.477
WARM	351	449	419	523	603	670	755	830	853	842	785	687
RUST	401	449	419	500	575	627	695	744	752	719	653	539
DOORSTOMEN	423	449	419	694	824	962	1.164	1.350	1.533	1.693	1.864	2.002
WATERDRUK	428	449	419	626	734	833	978	1.115	1.241	1.337	1.412	1.444
Marktaandeel binnenvaart in bulk												
STOOM	47%	43%	41%	39%	38%	37%	36%	34%	33%	31%	29%	28%
DRUK	47%	43%	41%	40%	40%	39%	39%	39%	39%	38%	38%	38%
WARM	47%	43%	41%	38%	37%	35%	34%	32%	30%	29%	27%	25%
RUST	47%	43%	41%	39%	38%	38%	37%	37%	36%	36%	35%	35%
DOORSTOMEN	47%	43%	41%	39%	38%	37%	36%	35%	34%	34%	33%	32%
WATERDRUK	47%	43%	41%	40%	40%	39%	39%	39%	40%	40%	41%	41%
Volume binnenvaart bulkvervoer												
STOOM	292	291	256	275	291	298	304	303	298	291	281	268
DRUK	292	291	256	279	285	287	289	285	277	268	256	242
WARM	292	291	256	261	257	248	237	217	195	172	150	127
RUST	292	291	256	255	249	236	222	202	181	159	137	115
DOORSTOMEN	292	291	256	282	291	298	306	314	321	326	329	329
WATERDRUK	292	291	256	279	285	287	289	290	287	282	274	264
Marktaandeel conventionele containerbinnenvaart												
STOOM	32%	38%	42%	45%	45%	45%	45%	44%	43%	42%	41%	40%
DRUK	32%	38%	42%	46%	47%	48%	49%	49%	49%	50%	50%	50%
WARM	32%	38%	42%	44%	44%	43%	43%	42%	41%	40%	39%	38%
RUST	32%	38%	42%	45%	46%	46%	47%	47%	47%	47%	47%	48%
DOORSTOMEN	32%	38%	42%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
WATERDRUK	32%	38%	42%	46%	47%	48%	49%	50%	50%	51%	52%	53%
Volume conventionele containerbinnenvaart												
STOOM	23	37	44	75	98	121	149	163	175	183	188	188
DRUK	23	37	44	82	112	142	178	208	234	258	276	289
WARM	23	37	44	55	61	64	68	63	56	47	38	28
RUST	23	37	44	59	70	78	86	85	80	71	57	40
DOORSTOMEN	23	37	44	75	98	121	145	172	194	215	232	247
WATERDRUK	23	37	44	82	112	142	176	212	243	273	297	316
Volume continentale containerbinnenvaart												
STOOM	-	-	0	0	2	6	12	15	16	15	14	12
DRUK	-	-	0	2	11	32	58	78	90	96	100	101
WARM	-	-	0	0	1	2	4	4	4	3	3	2
RUST	-	-	0	1	6	17	29	37	39	36	32	26
DOORSTOMEN	-	-	0	0	2	6	12	17	19	21	23	24
WATERDRUK	-	-	0	2	11	32	58	77	89	95	98	99
Volume continentale palletvaart												
STOOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRUK	-	-	-	-	-	0	1	3	8	13	17	18
WARM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUST	-	-	-	-	-	0	0	1	3	5	6	5
DOORSTOMEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WATERDRUK	-	-	-	-	-	0	1	3	8	13	17	18

Bijlage 4: Cijfers continentaal vervoer in scenario's

KWANTIFICERING CONTINENTALE VERVOERSVOLUMES												
ONTWIKKELING CONTINENTALE LADINGVOLUMES												
Unimodaal binnenlands stukgoed vervoer												
STOOM	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
DRUK	[mijoen ton]	354	419	712	824	962	1.159	1.370	1.576	1.763	1.963	2.132
WARM	[mijoen ton]	351	419	523	603	670	755	830	853	842	785	687
RUST	[mijoen ton]	401	419	500	575	627	695	744	752	719	653	539
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	423	419	694	824	962	1.164	1.350	1.533	1.693	1.864	2.002
WATERDRUK	[mijoen ton]	428	419	626	734	833	978	1.115	1.241	1.337	1.412	1.444
Op basis van de gegevens uit 2004 kan worden opgemaakt dat 17% van het binnenlandse (Europese) stukgoedvervoer betrekking had op volle ladingen boven de 300 km.												
Aandeel unimodaal vollast stukgoedvervoer boven 300 km												
STOOM	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
DRUK	[mijoen ton]	61	72	122	142	166	199	236	271	303	338	367
WARM	[mijoen ton]	60	72	90	104	115	130	143	147	145	135	118
RUST	[mijoen ton]	69	72	86	99	108	120	128	129	124	112	93
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	73	72	119	142	166	200	232	264	291	321	345
WATERDRUK	[mijoen ton]	74	72	108	126	143	168	192	213	230	243	249
Op basis van de gegevens uit 2004 kan worden opgemaakt dat 42% van het binnenlandse (Europese) stukgoedvervoer betrekking had op volle ladingen onder de 300 km.												
Aandeel unimodaal vollast stukgoedvervoer onder 300 km												
STOOM	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
DRUK	[mijoen ton]	148	175	297	343	401	483	571	657	735	818	889
WARM	[mijoen ton]	151	175	261	306	347	407	467	522	565	599	616
RUST	[mijoen ton]	146	175	218	251	279	315	346	356	351	327	286
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	167	175	208	240	262	290	310	314	300	272	225
WATERDRUK	[mijoen ton]	176	175	289	343	401	485	563	639	706	777	835
	[mijoen ton]	178	175	261	306	347	408	465	517	557	589	602
Het beleid van de EU streeft ernaar om in 2050 zo'n 50% van het lange afstandsvervoer boven de 300 km naar multimodale vervoerswijzen om te buigen.												
Rekening houdend met het feit dat de pallet en pakket stromen op deze termijn vrijwel onmogelijk om te buigen zijn zal de verschuiving in de overige segmenten (bulk en volle truck ladingen stukgoed) hoger moeten liggen. Op basis van berekeningen gebaseerd op het basisbestand 2004 bedraagt dit ongeveer 57% van het lange afstand stukgoedvervoer												
Lange afstand dat verschuift naar multimodaal vervoer												
STOOM	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
DRUK	[mijoen ton]	35	41	70	81	94	113	134	154	173	192	209
WARM	[mijoen ton]	36	41	61	72	82	96	110	123	133	141	145
RUST	[mijoen ton]	34	41	51	59	66	74	81	83	82	77	67
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	39	41	49	56	61	68	73	74	70	64	53
WATERDRUK	[mijoen ton]	41	41	68	81	94	114	132	150	166	182	196
	[mijoen ton]	42	41	61	72	82	96	109	121	131	138	141
Rekening houdende met het aandeel lange afstandsvervoer in het segment unimodale stukgoed lading bedraagt het verschuifbare potentieel maximaal: 10% in 2050												
Verloop transitie multimodaal continentaal container vervoer												
Short Sea Shipping	[%]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Spoor	[%]			80%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Binnenvaart	[%]			5%	20%	50%	80%	95%	100%	100%	100%	100%
Marktaandeel in GE Scenario												
Short Sea Shipping	[%]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Spoor	[%]			44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	43%
Binnenvaart	[%]			17%	18%	18%	19%	20%	21%	22%	23%	23%
	[%]			39%	38%	38%	37%	36%	35%	34%	33%	33%
	[%]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Marktaandeel in RC Scenario												
Short Sea Shipping	[%]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Spoor	[%]			46%	46%	46%	45%	45%	44%	44%	43%	43%
Binnenvaart	[%]			14%	15%	15%	15%	16%	16%	16%	17%	17%
	[%]			40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
	[%]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gegevens over ontwikkeling containervervoersvolumes afkomstig van WLO studies												
De mate waarin deze verschuiving plaats zal vinden hangt af van het aandeel van de verschillende vervoersmodaliteiten in het continentale Europese containervervoer. Ten aanzien hiervan zal gebruik worden gemaakt van de inzichten uit de raming voor de WLO scenario's voor de modaliteiten short-sea, weg, binnenvaart en rail. Deze trend wordt doorgetrokken:												
Containervervoer: Global Economy												
Short - Sea	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Weg	[mijoen ton]	24,6	45,3	75,6	115,0	175,0						
Binnenvaart	[mijoen ton]	39,6	62,2	103,0	159,0	244,0						
Rail	[mijoen ton]	25,7	41,0	66,4	100,0	150,0						
Totaal	[mijoen ton]	8,5	15,8	29,4	46,2	71,8						
	[mijoen ton]	98,4	164	274	420	641						
Short - Sea	[%]		25,1%	27,6%	27,4%	27,3%	27,2%	27,1%	27,0%	26,9%	26,8%	26,7%
Weg	[%]		40,2%	37,8%	37,5%	37,8%	38,1%	38,1%	38,2%	38,3%	38,4%	38,6%
Binnenvaart	[%]		26,1%	25,0%	24,2%	23,8%	23,4%	22,8%	22,3%	21,8%	21,3%	20,8%
Rail	[%]		8,6%	9,6%	10,7%	11,0%	11,2%	11,9%	12,4%	12,9%	13,4%	13,9%
Totaal	[%]		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Containervervoer: Regional Communities												
Short - Sea	[mijoen ton]	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Weg	[mijoen ton]	24,6	37,5	42,8	45,8	49,1						
Binnenvaart	[mijoen ton]	39,6	48,9	60,0	65,5	71,2						
Rail	[mijoen ton]	25,7	31,7	37,6	40,0	42,6						
Totaal	[mijoen ton]	8,5	10,8	13,5	14,6	15,8						
	[mijoen ton]	98,4	129	154	166	179						
Short - Sea	[%]		25,1%	29,1%	27,8%	27,6%	27,5%	26,8%	26,3%	25,8%	25,3%	24,8%
Weg	[%]		40,2%	38,0%	39,0%	39,5%	39,8%	40,6%	41,2%	41,8%	42,4%	43,0%
Binnenvaart	[%]		26,1%	24,6%	24,4%	24,1%	23,8%	23,6%	23,3%	23,1%	22,8%	22,3%
Rail	[%]		8,6%	8,4%	8,8%	8,8%	8,8%	9,1%	9,2%	9,3%	9,5%	9,8%
Totaal	[%]		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Verloop totale transitie		Enheid													
GE Scenario	[%]														
RC Scenario	[%]	51%	66%	81%	93%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Rekening houdend met de veronderstelde 93% van de transitie betekent dit een uiteindelijk aandeel van		11% in het continentale stukgoed vervoer													
De ambitie van de EU wordt als een haalbare bovengrens beschouwd voor het DRUK en WATERDRUK scenario, er wordt geen hoger scenario verondersteld.															
Potentieel multimodaal continentaal vervoer		Enheid													
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
STOOM	[mijoen ton]	38	58	82	113	142	166	186	207	225					
DRUK	[mijoen ton]	34	51	71	96	116	132	143	152	156					
WARM	[mijoen ton]	28	42	57	73	86	90	89	83	73					
RUST	[mijoen ton]	26	40	53	68	77	79	76	69	57					
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	37	58	82	114	140	162	179	197	212					
WATERDRUK	[mijoen ton]	34	51	71	96	116	131	141	149	153					
ONTWIKKELING VOLUMES IN HET SHORT SEA 45' CONTAINERVERVOER															
Potentieel unimodaal continentaal stukgoed vervoer		Enheid													
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
STOOM	[mijoen ton]	27	36	45	54	63	73	81	90	98					
DRUK	[mijoen ton]	23	32	39	45	52	58	63	66	68					
WARM	[mijoen ton]	20	28	32	36	39	40	39	36	31					
RUST	[mijoen ton]	19	26	30	33	35	35	33	30	25					
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	26	36	45	54	63	71	78	86	92					
WATERDRUK	[mijoen ton]	23	32	39	45	52	57	62	65	66					
Mate succes verloop transitie		Enheid													
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
STOOM	[%]	75%	75%	75%	75%	75%	73%	71%	69%	67%	65%				
DRUK	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
WARM	[%]	60%	60%	60%	60%	58%	56%	54%	52%	50%					
RUST	[%]	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%					
DOORSTOMEN	[%]	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%					
WATERDRUK	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					
Continentaal Containervervoer met SSS door Zeehavens		Enheid													
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
STOOM	[%]	1	7	20	27	34	40	46	52	56	61	64			
DRUK	[%]	1	7	23	32	39	45	52	58	63	66	68			
WARM	[%]	1	7	12	17	19	22	23	22	21	19	16			
RUST	[%]	1	7	14	20	23	25	26	26	25	22	18			
DOORSTOMEN	[%]	1	7	19	27	34	41	47	53	59	64	69			
WATERDRUK	[%]	1	7	23	32	39	45	52	57	62	65	66			
ONTWIKKELING CONTINENTALE CONTAINERVOLUMES MET DE BINNENVAART															
De ontwikkeling van het continentale vervoer in de binnenvaart kan worden gekarakteriseerd door drie aspecten:															
1) Aandeel binnenvaart in het continentale lange afstandsvervoer															
2) Aandeel binnenvaart in het continentale korte afstandsvervoer															
3) Aandeel binnenvaart in het achterlandvervoer van 45' zeecontainers															
Aandeel continentaal vervoer in het lange afstandsvervoer:		Enheid													
		2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100			
Potentieel unimodaal continentaal stukgoed vervoer															
STOOM	[mijoen ton]	1	7	19	27	34	40	46	52	56	61	64			
DRUK	[mijoen ton]	1	6	17	23	30	31	41	47	50	51	52			
WARM	[mijoen ton]	1	5	13	23	30	32	31	28	24					
RUST	[mijoen ton]	1	5	12	22	27	28	26	23	19					
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	1	7	19	27	34	41	47	53	59	64	69			
WATERDRUK	[mijoen ton]	1	6	17	23	30	40	46	49	50	50				
Mate succes verloop transitie															
STOOM	[mijoen ton]	20%	20%	20%	20%	18%	16%	14%	12%	10%					
DRUK	[mijoen ton]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					
WARM	[mijoen ton]	10%	10%	10%	10%	9%	8%	7%	6%	5%					
RUST	[mijoen ton]	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%					
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%					
WATERDRUK	[mijoen ton]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%					
Continentaal Containervervoer met binnenvaart															
STOOM	[%]	-	0	1	4	7	9	9	9	8	7				
DRUK	[%]	-	1	6	17	30	41	47	50	51	52				
WARM	[%]	-	0	0	1	2	3	3	2	2	1				
RUST	[%]	-	1	3	9	16	20	21	20	17	14				
DOORSTOMEN	[%]	-	0	1	4	7	10	11	12	13	14				
WATERDRUK	[%]	-	1	6	17	30	40	46	49	50	50				
Marktaandeel in volle stukgoedladingen boven 300 km															
STOOM	[%]	0,2%	0,9%	2,3%	3,6%	3,8%	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%					
DRUK	[%]	1,2%	4,7%	11,6%	18,1%	21,1%	21,7%	21,2%	20,8%	20,3%					
WARM	[%]	0,1%	0,5%	1,1%	1,8%	1,9%	1,7%	1,5%	1,2%	1,0%					
RUST	[%]	0,9%	3,5%	8,6%	13,5%	15,8%	16,3%	15,9%	15,6%	15,2%					
DOORSTOMEN	[%]	0,2%	0,9%	2,3%	3,6%	4,2%	4,3%	4,2%	4,2%	4,1%					
WATERDRUK	[%]	1,2%	4,7%	11,6%	18,1%	21,1%	21,7%	21,2%	20,8%	20,3%					
Aandeel continentaal vervoer in het korte afstandsvervoer:															
Korte afstand continentale volle ladingen															
STOOM	[mijoen ton]	297	343	401	483	571	657	735	818	899					
DRUK	[mijoen ton]	261	306	347	407	467	522	565	599	616					
WARM	[mijoen ton]	218	251	279	315	346	356	351	327	286					
RUST	[mijoen ton]	208	240	262	290	310	314	300	272	225					
DOORSTOMEN	[mijoen ton]	289	343	401	485	563	639	706	777	835					
WATERDRUK	[mijoen ton]	261	306	347	408	465	517	557	589	602					
Bij een succesvolle transitie van het multimodale vervoer in het lange afstandsvervoer zal eveneens een (beperkt) aandeel verworven worden in het kortere afstandsvervoer. Hiervoor zullen we naast maximaal 35% marktaandeel in het lange afstandsvervoer ook 5,0% marktaandeel in het kortere afstandsvervoer veronderstellen.															

Potentieel unimodaal continentaal stukgoed vervoer	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[mijoen ton]			1	3	10	19	27	33	37	41	44
DRUK	[mijoen ton]			1	3	9	16	22	26	28	30	31
WARM	[mijoen ton]			1	3	7	13	16	18	18	16	14
RUST	[mijoen ton]			1	2	7	12	15	16	15	14	11
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			1	3	10	19	27	32	35	39	42
WATERDRUK	[mijoen ton]			1	3	9	16	22	26	28	29	30
Mate succes verloop transitie												
STOOM	[mijoen ton]			10%	10%	10%	10%	10%	9%	8%	7%	6%
DRUK	[mijoen ton]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
WARM	[mijoen ton]			5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	3%	3%
RUST	[mijoen ton]			75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
WATERDRUK	[mijoen ton]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
* Aandeel niet duurzame scenario's half dat van op de lange afstand, komt immers moeilik van de grond.												
Continentaal Containervervoer met binnenvaart												
STOOM	[%]			-	0	0	1	2	2	3	3	2
DRUK	[%]			-	1	3	9	16	22	26	28	30
WARM	[%]			-	0	0	0	1	1	1	1	0
RUST	[%]			-	0	2	5	9	11	12	11	10
DOORSTOMEN	[%]			-	0	0	1	2	3	3	4	4
WATERDRUK	[%]			-	1	3	9	16	22	26	28	29
Marktaandeel in volle stukgoedladingen onder 300 km												
STOOM	[%]			0,0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%
DRUK	[%]			0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
WARM	[%]			0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%
RUST	[%]			0,2%	0,8%	1,9%	3,0%	3,6%	3,8%	3,8%	3,8%	3,8%
DOORSTOMEN	[%]			0,0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
WATERDRUK	[%]			0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Aandeel binnenvaart in 45' Achterlandvervoer												
Potentieel Marktaandeel in achterlandvervoer												
GE	[%]			33%	33%	32%	31%	31%	30%	29%	28%	28%
RC	[%]			34%	33%	33%	32%	32%	31%	31%	30%	29%
* Dit marktaandeel is bepaald op basis van het aandeel binnenvaart in het containervervoer												
Potentieel unimodaal continentaal stukgoed vervoer												
STOOM	[mijoen ton]			0	2	5	10	13	15	16	17	18
DRUK	[mijoen ton]			0	2	6	11	15	17	18	19	19
WARM	[mijoen ton]			0	1	3	5	7	7	6	5	4
RUST	[mijoen ton]			0	1	4	6	8	8	7	6	5
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			0	2	5	10	14	16	17	18	19
WATERDRUK	[mijoen ton]			0	2	6	11	15	17	18	18	18
Mate succes verloop transitie												
STOOM	[%]			30%	30%	30%	30%	27%	24%	21%	18%	15%
DRUK	[%]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
WARM	[%]			15%	15%	15%	15%	14%	12%	11%	9%	8%
RUST	[%]			75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
DOORSTOMEN	[%]			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
WATERDRUK	[%]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
* Relatief hoog aandeel in niet duurzame scenario's omdat achterlandvervoer veelal over de Rijn plaats vind. Hier is de infrastructuur goed.												
Continentaal Achterlandvervoer met Binnenvaart												
STOOM	[%]			-	0	1	2	3	4	4	3	3
DRUK	[%]			-	0	2	6	11	15	17	18	19
WARM	[%]			-	0	0	0	1	1	1	1	0
RUST	[%]			-	0	1	3	5	6	6	5	4
DOORSTOMEN	[%]			-	0	1	2	3	4	5	5	6
WATERDRUK	[%]			-	0	2	6	11	15	17	18	18
Marktaandeel in achterlandvervoer 45 voet containers												
STOOM	[%]			0,5%	2,0%	4,8%	7,5%	7,9%	7,2%	6,1%	5,1%	4,2%
DRUK	[%]			1,7%	6,6%	16,1%	25,1%	29,1%	29,9%	29,1%	28,4%	27,7%
WARM	[%]			0,3%	1,0%	2,4%	3,8%	3,9%	3,6%	3,1%	2,6%	2,1%
RUST	[%]			1,3%	4,9%	12,1%	18,8%	21,8%	22,4%	21,9%	21,3%	20,8%
DOORSTOMEN	[%]			0,5%	2,0%	4,8%	7,5%	8,7%	9,0%	8,7%	8,5%	8,3%
WATERDRUK	[%]			1,7%	6,6%	16,1%	25,1%	29,1%	29,9%	29,1%	28,4%	27,7%
Totaal potentieel continentaal containerbinnenvaartvervoer												
Continentaal Achterlandvervoer met Binnenvaart												
STOOM	[%]			0	0	2	6	12	15	16	15	14
DRUK	[%]			0	2	11	32	58	78	90	96	100
WARM	[%]			0	0	1	2	4	4	4	3	2
RUST	[%]			0	1	6	17	29	37	39	36	32
DOORSTOMEN	[%]			0	0	2	6	12	17	19	21	23
WATERDRUK	[%]			0	2	11	32	58	77	89	95	99
Aanname 2010			5%									
Marktaandeel continentale vervoer volle stukgoedladingen												
STOOM	[%]			0%	0%	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%
DRUK	[%]			1%	3%	6%	10%	12%	12%	12%	12%	12%
WARM	[%]			0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
RUST	[%]			0%	2%	5%	7%	8%	9%	9%	8%	8%
DOORSTOMEN	[%]			0%	0%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
WATERDRUK	[%]			1%	3%	6%	10%	12%	12%	12%	12%	12%

ONTWIKKELING CONTINENTALE PALLETLDING MET DE BINNENVAART												
Aandeel continentaal vervoer in het korte afstandsvervoer:												
Continentale palletladingen (deelladingen)												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[mijoen ton]			176	204	238	287	339	390	436	486	527
DRUK	[mijoen ton]			155	181	206	242	277	310	335	356	365
WARM	[mijoen ton]			129	149	166	187	205	211	208	194	170
RUST	[mijoen ton]			124	142	155	172	184	186	178	161	133
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			172	204	238	288	334	379	419	461	495
WATERDRUK	[mijoen ton]			155	181	206	242	276	307	331	349	357
Bas Groothedde heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor de grootschalige ontwikkeling van palletdistributienetwerken. Uit zijn onderzoek kwam naar voren dat vor de door hem onderzochte palletstromen (ongeveer 10% van de totale Nederlandse palletstromen) een marktpotentieel bestaat van ongeveer 10% tot 15%. Wij zullen uit gaan van 5,0% marktaandeel.												
Verloop transitie multimodaal continentaal container vervoer												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Palletvaart	[%]			0%	0%	1%	5%	20%	50%	80%	95%	100%
Potentieel unimodaal continentaal stukgoed vervoer												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[mijoen ton]			-	-	0	1	3	10	17	23	26
DRUK	[mijoen ton]			-	-	0	1	3	8	13	17	18
WARM	[mijoen ton]			-	-	0	0	2	5	8	9	8
RUST	[mijoen ton]			-	-	0	0	2	5	7	8	7
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			-	-	0	1	3	9	17	22	25
WATERDRUK	[mijoen ton]			-	-	0	1	3	8	13	17	18
Mate succes verloop transitie												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[mijoen ton]			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DRUK	[mijoen ton]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
WARM	[mijoen ton]			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
RUST	[mijoen ton]			75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
DOORSTOMEN	[mijoen ton]			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
WATERDRUK	[mijoen ton]			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Continentaal palletvervoer met binnenvaart												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[%]			-	-	-	-	-	-	-	-	-
DRUK	[%]			-	-	0	1	3	8	13	17	18
WARM	[%]			-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUST	[%]			-	-	0	0	1	3	5	6	5
DOORSTOMEN	[%]			-	-	-	-	-	-	-	-	-
WATERDRUK	[%]			-	-	0	1	3	8	13	17	18
Marktaandeel continentaal palletvervoer												
	Enheid	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
STOOM	[%]			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DRUK	[%]			0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%
WARM	[%]			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RUST	[%]			0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,8%	1,9%	3,0%	3,6%	3,8%
DOORSTOMEN	[%]			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WATERDRUK	[%]			0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	1,0%	2,5%	4,0%	4,8%	5,0%