



Milieuwinst op het spoor?

Synthese van onderzoeken naar milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor

Dit project is uitgevoerd in opdracht van prof. drs M.H. Meijerink (voorzitter VSNU) en dr B.J. Blaauboer (secretaris onderzoek VSNU).

Delft/Bilthoven, februari 2000

CE Delft, Centrum voor energiebesparing en schone technologie
RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TNO Inro

Auteurs:

CE Delft

ir P. Janse

ir W.J. Dijkstra

ir J.M.W. Dings

RIVM

prof. dr G.P. van Wee

ir R.M.M. van den Brink

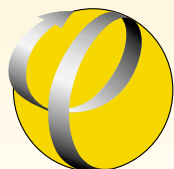
TNO Inro

prof. drs C.J. Ruijgrok

mr H. Uitenboogaart

ir D.A. Henstra

drs C.E. Cornelissen



Samenvatting van ‘Milieuwinst op het spoor ? Synthese van onderzoeken naar milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor’

- 1 De milieuscore van de trein ten opzichte van de vrachtwagen en de binnenvaart is sterk afhankelijk van de snelheid waarmee treinen rijden, het type goederen, dat wordt vervoerd, de vraag of het elektrische of dieseltreinen betreft, en de mate waarin vrachtwagens, treinen en binnenschepen in de toekomst ‘schoner’ worden.
- 2 In een voor het spoor gunstige situatie stoten vrachtwagens per tonkilometer 2,5 tot 5 maal meer CO₂ en 4 tot 10 maal meer NO_x uit dan treinen, in een voor het spoor ongunstige situatie stoten treinen 0 tot 20% meer CO₂ en 1 tot 5 maal meer NO_x uit dan vrachtwagens.
- 3 Het milieu-effect van een forse toename van het vervoer per trein is niet alleen afhankelijk van de kenmerken van treinen, vrachtwagens en de vervoerde goederen, maar ook van de vraag in welke mate het extra treinvervoer van de weg of de binnenvaart komt en de vraag of betere railinfrastructuur een aanzuigende werking heeft op het goederenvervoer via Nederland. De invloed van extra treinvervoer op de emissies door het goederenvervoer in Nederland zal altijd gering zijn (een afname van enkele procenten, of – naar de meest recente inzichten – mogelijk zelfs een toename van enkele procenten).
- 4 Nog steeds ontbreekt essentiële economische en milieutechnische informatie over het goederenvervoer per spoor. Zo zijn er geen studies bekend waarin expliciet het verschil in goederenstromen zonder en met (de verschillende varianten van) de Betuweroute is bekeken, is er weinig informatie over de verdeling van de goederenstromen over verschillende goederensoorten en is nauwelijks informatie beschikbaar over de benuttingsgraad, het energiegebruik en de technische karakteristieken van goederentreinen.

1 Aanleiding

De discussie over milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor is complex. Dit komt door grote verschillen in de inschatting van het marktpotentieel enerzijds en de veelheid van factoren die de milieuprestatie van het goederenvervoer per spoor beïnvloedt anderzijds, en door de onderlinge verwevenheid van deze twee. Verder is de milieuprestatie van het goederenvervoer per spoor alleen te beoordelen in relatie tot de andere vervoerswijzen, te weten het wegtransport en de binnenvaart.

Om deze redenen verschillen de uitkomsten in studies over de bijdrage die het railvervoer kan leveren aan de vermindering van de milieubelasting van het totale goederenvervoer van ‘verwaarloosbaar’ tot de orde van 10%.

Deze onduidelijkheid is de aanleiding van dit onderzoek. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft de voorzitter van de VSNU, prof. drs M.H. Meijerink en daarin bijgestaan door dr B.J. Blaauboer gevraagd om onder zijn onafhankelijke

eindverantwoordelijkheid de instituten CE, RIVM en TNO Inro een gezamenlijke rapportage te laten maken omtrent de milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor.

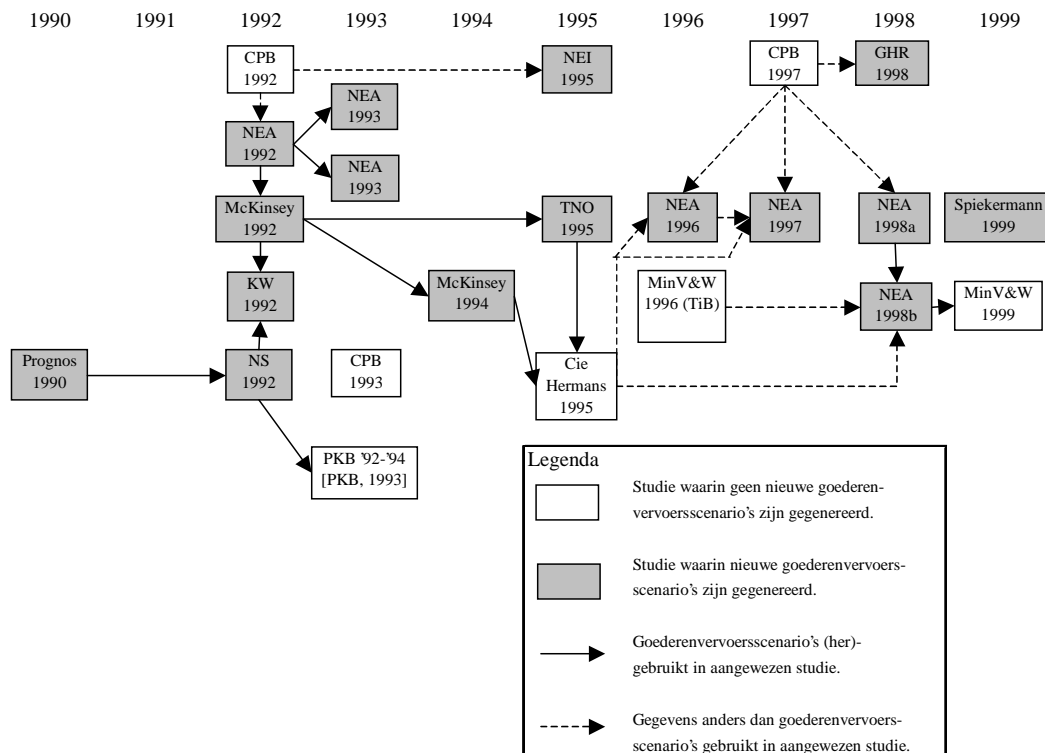
2 Doelstelling

Doel van dit rapport is het op een transparante wijze presenteren van de milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor door middel van een synthese van het bestaande onderzoeksmateriaal over dit onderwerp.

Vanwege de verwevenheid van de marktpositie en de milieu-effecten zijn in deze rapportage zowel de studies naar de marktpositie van het goederenvervoer per spoor als studies naar de milieuprestatie onder de loep genomen. Dit is essentieel voor een transparante discussie over dit onderwerp.

3 Studies naar vervoersvolume

De beschouwde onderzoeken en de onderlinge relaties zijn in Figuur 1 weergegeven in de grijze rechthoeken. Veel van de onderzoeken houden direct verband met de planvorming voor de Betuweroute. Verder wordt de relatie gelegd met enkele relevante beleidsnota's.



Figuur 1 Relaties tussen beschouwde onderzoeken, studies en beslisdocumenten

Afkortingen:

KW = Knight Wendling

GHR = Gemeentelijk Havendrijf Rotterdam

NEA = NEA Transportonderzoek en -opleiding

NEI = Nederlands Economisch Instituut

TiB = Transport in Balans

Commissie Hermans = Commissie Betuweroute

In de vervoersprognoses is onderscheid te maken naar vier niveaus te weten:

- 1 Het totale goederenvervoer in Nederland.
- 2 Het nationale en internationale goederenvervoer op de Oost-West as.
- 3 Het totale spoorvervoer in Nederland en op de Oost-West as.
- 4 De verschijningsvorm van het goederenvervoer.

Alle vier de niveaus zijn van belang voor het vaststellen van de milieu-effecten van het goederenvervoer.

De omvang van het totale goederenvervoer in Nederland (nationale en internationaal) varieert in de beschouwde studies van 1,0 mld ton tot 1,7 mld. ton in 2020. Voor het totale goederenvervoer op de Oost-West as lopen de verschillende scenario's ca. 50% uiteen.

Als de scenario's voor het goederenvervoer per spoor van, naar en in Nederland naast elkaar worden gelegd, blijkt dat de vervoersvolumes variëren van 21 mln ton [NEA 1998a DE] tot 79 mln ton [NEA 1998b TiB] in 2020. De omvang van het spoorvervoer op de Oost-West as loopt in de studies uiteen van 16 mln ton (McKinsey, 1994 GS met laag serviceniveau) tot 78 mln ton. (TNO, 1995 limiteringsscenario).

Het goederenvervoer per spoor kent verschillende verschijningsvormen (containers, bulk, stukgoed) en bijbehorende soorten goederentreinen. Deze uitsplitsing is belangrijk daar de verschillende goederentreinen verschillende emissiefactoren hebben. Deze uitsplitsingen worden echter in slechts een paar onderzoeken gevonden. Voor de toekomstige verdeling naar containers, stukgoed en bulk van totale goederenstromen op Nederlands grondgebied doet alleen NEA uitspraken. Afhankelijk van het scenario is daarbij het percentage stukgoed en containers in 2020 ca. 50% (van de vervoersomvang uitgedrukt in tonnen) en het percentage bulk eveneens ca. 50%. Op de Oost-West as zijn momenteel de bulkstromen dominant, maar het relatieve aandeel van containers zal naar verwachting stijgen.

Naarmate de scenario's ingaan op een meer specifiek niveau (van niveau 1 naar niveau 4) neemt de bandbreedte van de uitkomsten toe. De verklaring voor de grote bandbreedtes uit de studies is tweeledig:

- de aard van het probleem maakt dat er een zeer grote variatie mogelijk is door het aantal factoren, die te maken hebben met economische processen, het gedrag van de (economische) actoren en de mate waarin sturing daarin mogelijk is en ook nog politiek aanvaardbaar is;
- het aandeel van het spoorvervoer in deze studie varieert naar verwachting tussen de 1% tot 5% van het totale goederenvervoer in tonnen op Nederlands grondgebied. Zo'n relatief klein aandeel op het totaal, waarbij ook nog dit totaal in hoge mate kan verschillen, bepaalt ook de grote variatie in de uitkomsten.

Het onderzoek met prognoses over vervoersvolumes is omgeven met veel onzekerheden. Daarom mag men spreken van verkenningen ('explorations') of speculaties ('speculations'). Dit heeft te maken met de hoge mate van onzekerheid met betrekking tot de relevante ontwikkelingen en het gebrek aan causaliteit, c.q. systeemkennis.

In deze studie heeft de beoordeling van de scenario's plaatsgevonden teneinde een selectie te kunnen maken van de meest bruikbare scenario's voor het geven van inzicht in de milieu-effecten. De selectie heeft plaatsgevonden op basis van:

- beschikbaarheid;
- logische consistentie;
- realiteitswaarde van de veronderstellingen;
- juistheid van de onderzoeksmethode.

Vervolgens is op basis van de bruikbare prognoses een bandbreedte te geven van het te verwachten tonnage spoorvervoer in 2020. Kort samengevat is de conclusie:

- het totale goederenvervoer per spoor in 2020 ligt vermoedelijk tussen minimaal 20 en maximaal 50 mln ton;
- daarvan betreft maximaal 30 mln ton de Oost-West as.

Opgemerkt dient te worden dat er voor de maximale omvang van 50 mln ton is uitgegaan van een concurrerend spoorproduct. Toch zijn er scenario's geëvalueerd die tot grotere vervoersvolume zijn gekomen. Eén van de verklaringen daarvoor is dat de mate van beïnvloedbaarheid (stuurbaarheid) door middel van het zogenaamde flankerende beleid door de onderzoekers lager wordt ingeschat. Dit is mede gebeurd in het licht van het feit dat de werkelijke ontwikkeling van het goederenvervoer per spoor ondanks diverse maatregelen de laatste jaren gedaald is. Bovendien is in het licht van de recente ontwikkelingen en inzichten met betrekking tot de internalisering van externe kosten, de veronderstelling gerechtvaardigd, dat in de toekomst het flankerend beleid ten aanzien van spoorvervoer niet opeens vele malen rigoureuzer zal worden dan thans. Daarnaast worden infrastructuurkosten steeds meer aan het spoorvervoer doorberekend, hetgeen in geen van de scenario's werd voorzien.

Zoals reeds is aangegeven, is de informatie die nodig zou zijn voor een gedegen doorrekening van totale milieu-effecten slechts voor een beperkt deel te vinden in de beschouwde onderzoeken. Het gebrek aan degelijke gegevens betreft onder andere:

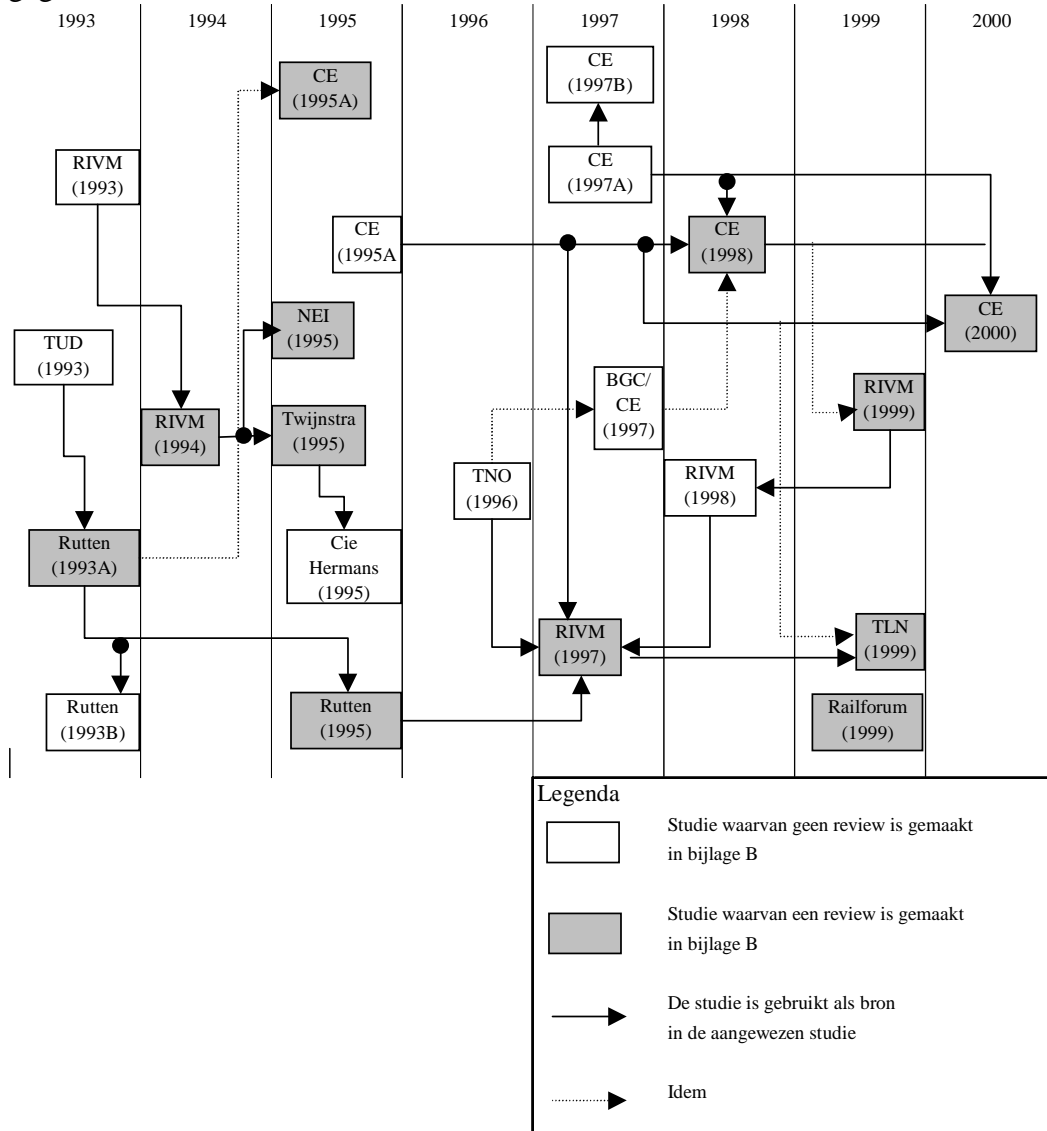
- vervoersprestatie (uitgedrukt in tonkm), een maat die onontbeerlijk is voor de analyse van milieu-effecten;
- differentiatie naar verschijningsvorm, zoals containers, stukgoed bulk- en bijbehorende goederentreinen: zoals container-shuttletrein en unit cargo;
- logistiek keuzegedrag;
- concurrentie van spoor met de andere modaliteiten: met welke modaliteiten concurreert het spoor op de verschillende deelmarkten en hoe verandert de concurrentiepositie via additionele infrastructuur of flankerend beleid.

Afsluitend kan worden geconstateerd dat ter onderbouwing van belangrijke besluiten we zelfs in de huidige omstandigheden over weinig gegevens en goede systeemkennis beschikken. Gezien het belang van de besluiten is een betere inschatting van relevante beleidsscenario's en –risico's wenselijk. Bovendien is bij de onderbouwing van overheidsbeslissingen, met name met betrekking tot de besluitvorming in het kader van de Betuweroute, te vaak gebruik gemaakt van niet plausibele, doelstellende scenario's. Ook recentelijk in prognoses genoemde cij-

fers met betrekking tot de spoorvervoersstromen in Nederland en over de Betuweroute (zie o.a. het consultatiedocument Betuweroute van 1999) zijn geen prognoses, maar streefbeelden.

4 Studies naar milieu-effecten

De beschouwde onderzoeken en de onderlinge samenhang zijn in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Overzicht van de verrichte studies naar emissies van het goederenvervoer per spoor

Afkortingen:

TUD = TU-Delft

Cie Hermans = Commissie Betuweroute

NEI = Nederlands Economisch Instituut

TLN = Transport Logistiek Nederland

De veronderstellingen die de studies hanteren verschillen sterk. In algemene zin zijn de studies in te delen naar een statistische benadering (worden totale emissies

gedeeld door totale vervoersvolumes) of een ingenieursbenadering (worden energiegebruik en emissies onder bepaalde specifieke omstandigheden uitgerekend). Verder is bijzonder relevant of in de studie onderscheid wordt gemaakt naar concurrerende deelmarkten in het vervoer of dat is gewerkt met gemiddelden.

Sterk bepalend voor de uitkomsten van de studies is het jaar waarvoor de berekeningen zijn gemaakt en met welke toekomstige ontwikkelingen rekening wordt gehouden. Tenslotte is van belang met welke vervoersvolumes wordt gerekend, en met welke goederensoorten

Karakteristieken van de vervoermiddelen

Voor het bepalen van de milieuprestatie van het goederenvervoer per spoor en de concurrerende vervoerswijze zijn de volgende factoren van belang:

- elektrische- of diesel-elektrische tractie van de trein;
- milieuprestaties van de door vrachtauto's, schepen en eventueel treinen gebruikte dieselmotoren;
- laadvermogen en eigen gewicht van de vervoermiddelen en verder de rol- en luchtweerstand;
- snelheid van de voertuigen en de vraag of met constante snelheid wordt gereden of juist met veel remmen en optrekken.

Logistiek

- Het deel van het beschikbare laadvermogen dat gemiddeld wordt benut (benuttingsgraad);
- de milieu-effecten van het voor- en natransport per vrachtauto bij het intermodaal vervoer;
- op welke manier zouden de goederen die per trein worden vervoerd, anders worden vervoerd (per binnenschip of per vrachtauto of in het buitenland).

De studies laten verschillen en soms ook tegenstrijdige uitkomsten zien. Een eerste deel van de verschillen kan worden verklaard uit de studieopzet. Zo hebben bijvoorbeeld sommige studies een 'statistische' benadering van emissieberekening (totale emissies gedeeld door totale vervoersprestaties), terwijl andere een 'ingenieurs'benadering (modelmatige berekening van emissies onder specifieke omstandigheden) hebben.

Het grootste deel van de verschillen wordt echter verklaard door verschillen in randvoorwaarden waaronder het vervoer plaats vindt. De technische, logistieke en gedragsmatige randvoorwaarden waaronder het transport plaatsvindt en de soort goederen die worden vervoerd blijken tezamen meer effect te hebben op de CO₂- en NO_x-uitstoot als gevolg van het vervoer van een tonkilometer goederen dan de keuze van de vervoerswijze.

Binnen deze context beoordelen we die studies aan de hand van de volgende criteria:

- 1 Expliciet, transparant en consistent.
- 2 Methodische bruikbaarheid.
- 3 Realiteitswaarde van veronderstellingen.

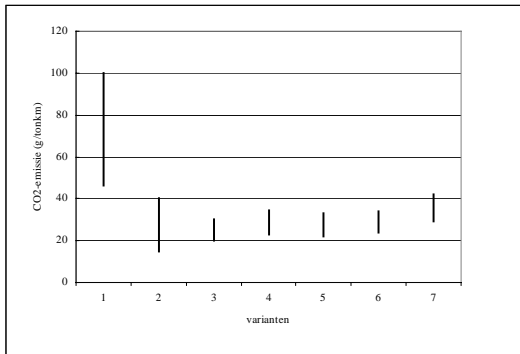
Deze beoordeling resulteert in een beeld van de factoren die van belang zijn voor het vaststellen van de milieu-effecten; zie Tabel 1.

Tabel 1 Beoordeling van realiteitswaarde van aannamen in beschouwde studies, zichtjaar: 2010

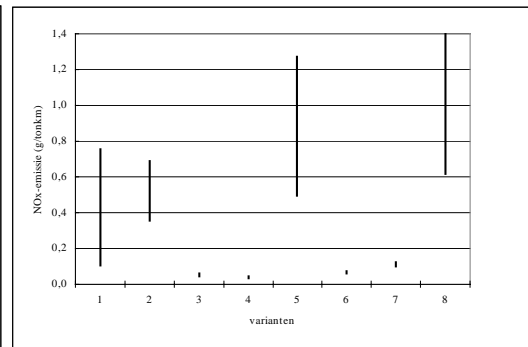
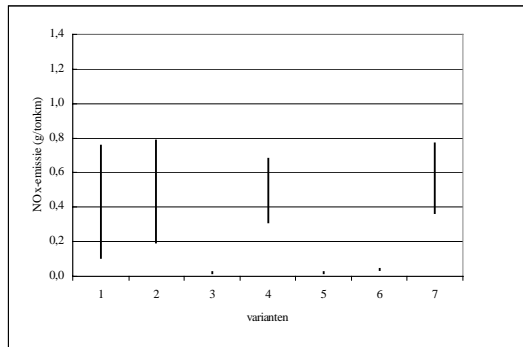
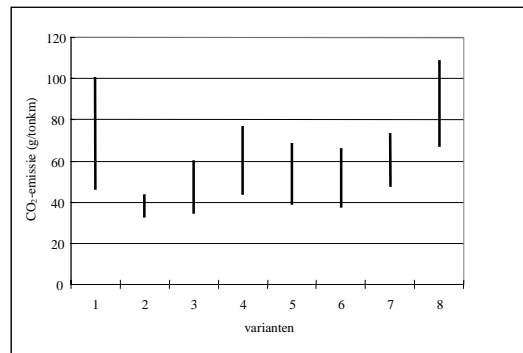
	Niet realistisch voor vergelijkingen tussen vervoerswijzen	gebruikt in synthese
goederenvervoer per spoor	Aandeel dieseltractie < 20% of > 80%	aandeel dieseltractie 25-75%
	omrijfactor t.o.v. wegvervoer <0%	omrijfactor t.o.v. wegvervoer 0-10%
bulkvervoer	snellheid > 80 km/u	snellheid 60-80 km/u
	Lading per trein < 300 ton of > 1.200 ton	lading per trein 400-1000 ton
	Voor- plus natransport > 10% van spoortraject	voor- plus natransport 0-5% van spoortraject
intermodaal containervervoer	snellheid > 120 km/u	snellheid 80-100 km/u
	Voor- plus natransport <5% of >30% van spoortraject	voor- plus natransport 5-20% van spoortraject
	lading per trein < 100 of > 500 ton	lading per trein 150-350 ton
concurrerend wegvervoer	vrachtauto's Euro 2 of vuiler	vrachtauto's Euro 3-5
	totaalgewicht < 32 ton of > 50 ton	totaalgewicht 36-42 ton
	lading per voertuig < 8 of > 22 ton	lading per voertuig 8-18 ton
binnenvaart	benuttingsgraad >70% of < 25%	benuttingsgraad 35-60%

Op basis van de beoordeling is een synthese opgesteld voor de CO₂ en NO_x – emissies van het goederenvervoer over het spoor, weg en water per tonkilometer (het vervoer van één ton over één kilometer).

Bulkvervoer



Containers/stukgoed



Legenda

- 1 Wegvervoer best case resp. worst case (18 resp. 8 ton lading);
- 2 binnenvaart best case resp. worst case (vierbaks duwvaart 6.000 ton lading resp. Europaschip 500 ton lading);
- 3 spoorvervoerbest case: elektrisch, 60 km/u, geen omweg, geen voor/natransport;
- 4 spoorvervoerdiesel-elektrisch, 80 km/u, geen omweg, geen voor/natransport;
- 5 spoorvervoerelektrisch, 80 km/u, 10% omweg, geen voor/natransport;
- 6 spoorvervoerelektrisch, 80 km/u, geen omweg, 10% voor/natransport;
- 7 spoorvervoerworst case: diesel-elektrisch, 80 km/u, 10% omweg, 10% voor/natransport. Spoorvervoer steeds met 400 resp. 1.000 ton bulklading.

Legenda

- 1 wegvervoer best case resp. worst case (18 resp. 8 ton lading);
- 2 binnenvaart best case resp. worst case ('JOWI' 2.500 ton lading resp. Europaschip, 400 ton lading);
- 3 spoorvervoer'best case': elektrisch, 80 km/u, geen omweg, 5% voor/natransport;
- 4 spoorvervoerelektrisch, 100 km/u, geen omweg, 5% voor/natransport;
- 5 spoorvervoerdiesel-elektrisch, 80 km/u, 5% voor/natransport;
- 6 spoorvervoerelektrisch, 80 km/u, 10% omweg, 5% voor/natransport;
- 7 spoorvervoerelektrisch, 80 km/u, geen omweg, 20% voor/natransport;
- 8 spoorvervoer'worst case': diesel-elektrisch, 100 km/u, 10% omweg, 20% voor/natransport. Spoorvervoer steeds met 150 resp. 350 ton lading in containers / wissellaadbakken

Zoals uit bovenstaande figuren blijkt, vertonen de emissies per tonkilometer een grote spreiding. Bij het wegvervoer en de binnenvaart wordt de spreiding veroorzaakt door de benuttingsgraad en de emissiekaracteristiek van de motor. Bij het

spoorvervoer wordt de spreiding alleen bepaald door de benuttingsgraad en zijn voor de andere relevante factoren verschillende varianten uitgewerkt.

De emissies van het goederenvervoer per spoor bedragen in 2010 in een gunstig geval ('klassiek' bulkvervoer; 60 km/u, elektrische locomotieven, geen voor- of natransport) 20-40% voor CO₂ en 10-25% NO_x van die van het concurrerende wegvervoer. Echter in een ongunstig geval (intermodaal vervoer van containers of wissellaadbakken, 100 km/u, diesel-elektrische locomotieven, met 20% voor- of natransport) zijn de emissies van het goederenvervoer per spoor 0-20% voor CO₂ en voor NO_x 1 tot 5 maal meer dan die van het concurrerende wegvervoer. De bandbreedtes van de emissies per tonkilometer voor spoor, weg en binnenvaart overlappen elkaar gedeeltelijk. Dit wil zeggen dat op voorhand geen uitspraak gedaan kan worden welke modaliteit de minste emissies veroorzaakt. In gunstige omstandigheden kan het spoorvervoer minder emissies van CO₂ en NO_x veroorzaken van het wegvervoer of de binnenvaart, maar in ongunstige omstandigheden kan het ook meer zijn. In het bulkvervoer zijn de verschillen in CO₂-emissie tussen wegvervoer enerzijds en spoor en binnenvaart anderzijds groter dan bij het intermodaal containervervoer. Opvallend is dat voor de NO_x-emissies van het spoorvervoer de tractie (elektrisch of diesel-elektrisch) de meest bepalende factor is.

5 Milieu-effecten van het goederenvervoer per spoor

De milieu-effecten worden enerzijds beïnvloed door het marktpotentieel en anderzijds door de milieuprestatie van het spoorvervoer in verhouding tot wegvervoer en binnenvaart.

De groei van het spoorvervoer zal in het meest positieve groeiscenario tot 2020 maximaal 4,8 mld tonkm (30 mln ton) bedragen, ca 3% van het totale goederenvervoer in Nederland. De huidige omvang van het goederenvervoer per spoor is nu ca 20 mln ton. Ongunstige omstandigheden zullen de emissies van 30 mln ton extra goederenvervoer per spoor voor CO₂ 1,3% en voor NO_x 1,6% lager zijn dan wanneer deze goederen via de weg en binnenvaart zouden worden vervoerd. Onder de ongunstige omstandigheden zijn de emissies van deze 30 mln ton extra goederenvervoer per spoor voor CO₂ 1,8% en voor NO_x 3,3% hoger dan via de weg en binnenvaart. Deze bandbreedte is mede afhankelijk van de aard van de vervoerde goederen en de invloedfactoren voor de emissies.

Deze bandbreedte van totale milieu-effecten is verkregen door de voor het spoor in 2020 alle gunstige uitgangspunten te combineren in een berekening en dezelfde berekening uit te voeren wanneer alle uitgangspunten voor het spoorvervoer ongunstig zijn.

Het Nederlands grondgebied is als uitgangspunt genomen voor deze studie. Dit lijkt geen recht te doen aan het internationale karakter van het goederenvervoer per spoor. De emissies per tonkilometer van de verschillende vervoerswijzen kunnen in andere landen verschillen van die van Nederland, bijvoorbeeld als gevolg van een andere elektriciteitsopwekking. Met deze factoren is geen rekening gehouden door het ontbreken van gegevens van andere landen.

De totale milieu-effecten van het goederenvervoer zullen groter zijn als het gehele traject wordt bekeken; de relatieve milieu-effecten zullen echter vergelijkbaar

zijn, omdat de totale emissies waaraan ze worden gerelateerd ook groter worden. Tenslotte is het ons inziens niet correct om bij de analyse van milieu-effecten een internationaal perspectief te hanteren wanneer dit bij de analyse van economische effecten ook niet gebeurt.

De resultaten zoals die in dit rapport zijn gepresenteerd, zijn gebaseerd op de verwachte aanscherpingen van emissie-eisen voor dieselmotoren en elektriciteitscentrales en op de verwachte ontwikkelingen in de grootte van de verschillende vervoerswijzen. De technologische ontwikkeling op langere termijn kan tot verandering van de emissiefactoren, maten en benuttingsgraden van het spoor, weg en binnenvaart leiden. In de onderzochte studies is hieraan geen aandacht besteed.