

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Onderhoud en beheer van infrastructuur voor goederenvervoer

Deelstudie 2:
Structuur en hoogte van kosten

Rapport

Delft, september 2004

Opgesteld door: H.P. (Huib) van Essen (CE)
B.H. (Bart) Boon (CE)
M.J. (Mark) Koetse (VU)
F.R. (Frank) Bruinsma (VU)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

H.P. (Huib) van Essen (CE), B.H. (Bart) Boon (CE), M. (Mark) Koetse (VU) en F. (Frank) Bruinsma (VU)

Onderhoud en beheer van infrastructuur voor goederenvervoer

Structuur en hoogte van kosten

Delft, CE, 2004

Goederenvervoer / Infrastructuur / Gebruik / Onderhoud / Beheer / EG / Belastingen / Railverkeer / Binnenvaart / Wegverkeer / Kosten

Publicatienummer: 04.4707.23

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: Ministerie van Financiën.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Huib van Essen.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE-Transform

Visies voor duurzame verandering

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Projectkader en doel	11
1.3 Leeswijzer	11
2 Nulsituatie: gebruiksheffingen bij ongewijzigd beleid	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Rijkswegen: het Eurovignet	13
2.3 Waterwegen: geen heffingen voor rijkswateren	14
2.4 Spoorwegen: Gebruiksvergoeding infrastructuur	14
3 Variant toerekening gebruiksafhankelijke kosten beheer en onderhoud	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Rijkswegen	18
3.2.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten rijkswegen	18
3.2.2 Gebruiksafhankelijk versus vast	19
3.2.3 Indeling gebruiksafhankelijke kosten naar kostenposten	19
3.2.4 Toedeling kostenpost schade aan het wegdek o.b.v. asschadefactoren	21
3.2.5 Basisgegevens verkeer en vervoer over de weg	22
3.2.6 Gebruiksafhankelijke kosten per voertuigcategorie	24
3.3 Waterwegen	26
3.3.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten rijkswaterwegen	26
3.3.2 Gebruiksafhankelijk versus vast	27
3.3.3 Toedeling gebruiksafhankelijke kosten o.b.v. cost drivers	29
3.3.4 Gebruiksafhankelijke kosten per vaartuigcategorie	31
3.4 Spoorwegen	32
3.4.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten spoorwegen	32
3.4.2 Gebruiksafhankelijk versus vast	32
3.4.3 Kosten van vernieuwing	34
3.4.4 Indeling van gebruiksafhankelijke kosten naar kostenposten	37
3.4.5 Toedeling kostenpost baan en kunstwerken op basis van cost drivers	38
3.4.6 Hoogte van de kostenposten	39
3.4.7 Gebruiksafhankelijke kosten per voertuigcategorie	40

4	Variant toerekening totale kosten beheer en onderhoud	45
4.1	Inleiding	45
4.2	Bepaling van het basisniveau	45
4.3	Differentiatie op basis van externe effecten	47
4.3.1	Selectie externe effecten	48
4.3.2	Bepaling mate van differentiatie	49
4.4	Rijkswegen	50
4.4.1	Omvang van vaste kosten	50
4.4.2	Bepaling basisniveau	51
4.4.3	Wijze van differentiatie van het basisniveau	52
4.4.4	Resultaten toedeling totale kosten	54
4.5	Waterwegen	56
4.5.1	Omvang van vaste kosten	56
4.5.2	Bepaling van het basisniveau	56
4.5.3	Wijze van differentiatie van het basisniveau	57
4.5.4	Resultaten toedeling totale kosten	60
4.6	Spoorwegen	60
4.6.1	Omvang van vaste kosten	60
4.6.2	Bepaling van het basisniveau	61
4.6.3	Wijze van differentiatie van het basisniveau	61
4.6.4	Resultaten toedeling totale kosten	62
	Referenties	65
A	Beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in het BON	71
B	Toedeling gebruikafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen	75
C	Berekening van asschadefactoren	85
D	Gedetailleerde resultaten goederenvervoer over de weg	87
E	Gebruik rijksvaarwegen	89
F	O&B-uitgaven decentrale overheden voor waterwegen en bepaling vaarwegfunctieaandeel bij rijkswaterwegen	91
G	Vernieuwingskosten spoor in de (internationale) literatuur	95
H	De Duitse systematiek en de factor snelheid op het spoor	97
I	Snelheid wel of geen cost driver (spoor)	99
J	Differentiatie wegverkeer	103
K	Marktaandelen en emissiefactoren vrachtauto's	105
L	Afleiding externe kosten van geluid voor spoor	109
M	Differentiatie binnenvaart	115

Samenvatting

IBO Gebruiksvergoedingen goederenvervoer

Deze deelstudie is uitgevoerd in het kader van het Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) Gebruiksvergoedingen goederenvervoer. Centraal in het IBO-onderzoek staat de vraag hoe de betreffende beheer- en onderhoudskosten (O&B) van het Rijk zo efficiënt mogelijk kunnen worden doorberekend aan goederenvervoerders die gebruik maken van (verkeers)infrastructuur (zie paragraaf 1.2 voor exacte formulering). Het onderzoek is toegespitst op drie sectoren: wegvervoer, binnenvaart en spoorvervoer.

Drie beleidsvarianten

In een eerder deelonderzoek, 'Definities en beprijzingsprincipes' (CE / VU [2004a]), zijn de gebruikte begrippen - onder andere infrastructuur, onderhoud vs (nieuwe) aanleg, gebruiksafhankelijkheid, vernieuwingskosten - afgebakend (zie hoofdstuk 2, deelrapport 1). Daarnaast zijn in kwalitatieve zin enkele beprijzingsprincipes besproken die als uitgangspunt kunnen dienen voor eventueel toerekening van O&B-kosten aan infra-gebruikers. (zie hoofdstuk 3 en 4, deelrapport 1). In dit eerste deelonderzoek zijn drie beleidsvarianten onderscheiden:

- 1 De *nulsituatie*: een overzicht van de huidige heffingen voor infrastructuurgebruik en een beschrijving van het ongewijzigd beleid terzake.
- 2 Een variant waarin *uitsluitend de gebruiksafhankelijke kosten worden toege-deeld*.
- 3 Toedeling zoals in variant 2 hierboven, aangevuld met de *toerekening van vaste kosten*. In deze variant worden dus alle O&B-kosten toegedeeld.

Definitie van gebruiksafhankelijkheid

Voor de tweede variant is de gehanteerde definitie van gebruiksafhankelijkheid, zoals bepaald in deelrapport 1, cruciaal. Van gebruiksafhankelijkheid is volgens deze definitie sprake als O&B-kosten veranderen bij een hoger of lager gebruiksvolume (voer/vaartuigkm's, tonkm's, passages), terwijl de (aangeboden) capaciteit van infrastructuur gelijk blijft. Essentieel is dus dat als gevolg van meer/minder gebruik meer/minder slijtage en/of schade ontstaat aan infrastructuur. Als dat zo is, dan is sprake van hogere/lagere O&B-kosten en van gebruiksafhankelijkheid.

De kosten van verdieping van een vaargeul om schepen met grotere diepgang door te kunnen laten, zijn op zich zelf niet gebruiksafhankelijk. Dat zou wel zo zijn, als infrastructuurgebruik door grotere schepen grotere schade (door bijvoorbeeld meer sedimentvorming) zou veroorzaken. Ook extra investeringen in bijvoorbeeld zwaardere vormgegeven infrastructuur - om meer vervoer mogelijk te maken - zijn gebruiksafhankelijk, als het intensievere gebruik daardoor leidt tot hogere kosten. Voor het gebruiksafhankelijke karakter maakt het niet uit of al dan niet van tevoren is besloten tot een zwaardere vormgeving, zolang meer vervoer leidt tot hogere O&B-kosten.

Dit deelrapport: hoogte van de kosten

Het onderhavige rapport bevat de resultaten van het tweede deelonderzoek, waarin hoogte en structuur van O&B kosten van infrastructuurgebruik kwantitatief zijn onderzocht en de kosten zijn toegedeeld aan de gebruikers van wegen, vaarwegen en spoorwegen.

Bepaling van totale O&B-kosten

Uitgangspunt voor de kostentoedeling is uiteraard de omvang van de totale O&B-kosten voor ieder van de sectoren wegen, waterwegen en spoorwegen. In dit stadium betreft het de totale kosten, voor zowel personen- als goederenvervoer. Toedeling naar goederenvervoer (en dus ook naar personenvervoer) vindt plaats bij de bepaling van de gebruiksafhankelijke, resp. de vaste kosten (zie hierna).

Voor de totale O&B-kosten is uitgegaan van de gerealiseerde rijksuitgaven in het jaar 2002. Dat jaar is het meest recente jaar waarvoor de betreffende gegevens beschikbaar zijn. De totale uitgaven voor onderhoud en beheer van wegen spoorwegen en waterwegen bedragen € 1,7 mld. in 2002 (zie paragraaf 3.2.1, 3.3.1 en 3.4.1), waarvan 47% voor spoorwegen, 35% voor wegen en de overige 18% voor de binnenvaarwegen¹.

Op basis van feitelijke uitgaven

Overwogen is om in plaats van feitelijke uitgaven een genormeerde kostenbenadering te hanteren. In een dergelijke benadering worden O&B-kosten berekend aan de hand van een bepaald kwaliteits- of functionaliteitsniveau. Structureel of incidenteel achterstallig onderhoud kan zich in zo'n benadering niet voordoen. Daar staat als nadeel tegenover dat in de praktijk een onderscheid tussen onderhoud, noodzakelijk om een bepaald kwaliteitsniveau te waarborgen, en kwaliteitsverbetering niet altijd eenduidig is. Met name bij het spoor is onderhoud soms niet los te zien van punctualiteits- en andere kwaliteitseisen.

Bijkomend probleem is dat een normkostenbenadering wel bestaat voor de wegen- en spoorwegensector, maar niet voor de binnenvaartsector. Bovendien bestaat bij de spoorsector onvoldoende duidelijkheid omtrent gehanteerde methodiek en cijfers in de normkostenbenadering (zie hierna).

Gelet op deze problemen en uitgaande van een zoveel mogelijk gelijke behandeling van de drie sectoren is gekozen voor aansluiting bij gerealiseerde uitgaven in 2002. Dat neemt niet weg dat daardoor onderschatting van de kosten kan plaatsvinden in verband met mogelijk achterstallig onderhoud². Dit is in deze studie niet verder onderzocht. Bij het bepalen van (op kosten gebaseerde) tarieven en van de economische, vervoerkundige en andere effecten die daarvan uitgaan, zal hiermee rekening moeten worden gehouden. Het derde deelonderzoek van deze studie gaat daar nader op in.

¹ Exclusief de kosten voor binnenwaterwegen voor andere functies dan de vaarwegfunctie.

² Ter illustratie: totale normkosten liggen bij de weg in 2002 8% hoger en bij het spoor circa 22% hoger.



Bepaling van de gebruiksafhankelijke O&B-kosten

Voor de bovengenoemde variant 2 is het noodzakelijk dat binnen het totaal van de O&B-kosten de gebruiksafhankelijke kosten worden geïdentificeerd. Daarbij is gebruik gemaakt van de resultaten van het eerste deelonderzoek (deelrapport 1, hoofdstukken 5 t/m 7). Eerst zijn de kostenposten die naar hun aard gebruiksafhankelijk zijn, geselecteerd en vervolgens is de mate van gebruiksafhankelijkheid bepaald. Daaruit resulteert de omvang van gebruiksafhankelijke kosten.

De positie van vernieuwingskosten

Apart wordt ingegaan op het karakter van vernieuwingskosten. Met vernieuwingskosten worden bedoeld vervangingsinvesteringen. Het gaat dan om vervanging van (de toplaag van) het wegdek, respectievelijk vervanging van spoorstaven (maar ook dwarsliggers, basalt en wissels) aan het einde van de technische levensduur.

Door een groter gebruik van wegen en spoorwegen zullen eerder vervangingsinvesteringen gedaan moeten worden en/of gaan zij gepaard met hogere kosten. Bij het spoor treden deze kosten alleen op langere termijn op (na 18 - 30 jaar). In deze studie gaat het erom of (extra) gebruik van infrastructuur leidt tot (extra) O&B-kosten, ongeacht de termijn waarop kosten ontstaan (zie paragraaf 3.4.3). In dat geval is derhalve sprake van (deels) gebruiksafhankelijke kosten.

Opgemerkt wordt dat het Ministerie van Verkeer en Waterstaat de kosten van vernieuwing als *niet* gebruiksafhankelijk beschouwt, omdat kosten van vernieuwing in de praktijk grotendeels bepaald worden door de gebruiksklasse waarvoor het spoor ontworpen is (= extra investering die op voorhand gedaan is). De wijze en het moment van vernieuwing worden in de praktijk dus slechts in beperkte mate bepaald door veranderingen in het vervoervolume. En wanneer dat het geval is, hebben die veranderingen alleen op lange tot zeer lange termijn effect op de hoogte van de kosten. [ProRail 2003a] gaat ervan uit dat kosten van vernieuwing niet gebruiksafhankelijk zijn zolang de verandering van de vervoersvraag niet meer dan 5% is. Doorgaans blijven de afwijkingen van het geprognostiseerde gebruik binnen die marge. De door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en ProRail gehanteerde definitie van gebruiksafhankelijkheid is daarmee echter een andere dan die in deze studie wordt gevolgd.

Overigens kunnen conform de hier gehanteerde definitie, op lange termijn ook vernieuwingskosten van kunstwerken gebruiksafhankelijk zijn. Dit is in deze studie niet verder onderzocht. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen in hoeverre dit het geval is.

Toedeling van gebruikafhankelijke O&B-kosten aan gebruikers

De gebruikafhankelijke kosten worden vervolgens aan gebruikers toegedeeld op basis van de belangrijkste 'cost drivers', zoals voertuiggewicht (weg- en spoorvervoer) of elektriciteitsverbruik (spoorvervoer). Het is hierbij niet altijd mogelijk een relatie te leggen met een directe cost driver, in verband met problemen rond databeschikbaarheid of complicaties met uitvoerbaarheid. Zo is het niet zinvol de asdruk van iedere individuele vrachtauto als basis te nemen voor de - door die vrachtauto veroorzaakte - kosten die gemaakt moeten worden voor onderhoud van het wegdek. Als geen directe cost driver kan worden gebruikt, worden gebruikafhankelijke kosten gerelateerd aan een meer algemeen gebruikskarakter, zoals voertuigkilometers of aantal passages.

Door een dergelijke uitsplitsing en toedeling van O&B-kosten ontstaat een tamelijk gedetailleerd beeld van de kosten die veroorzaakt worden door het individuele infrastructuurgebruik van voer- en vaartuigen. Daarmee ligt ook de kostentoedeling aan het goederen-, respectievelijk het personenvervoer vast.

Opgemerkt wordt dat hier sprake is van gemiddelde gebruikafhankelijke (of marginale) kosten. Het is niet zo dat voor iedere individuele vrachtauto de werkelijk veroorzaakte kosten (kunnen) worden toegedeeld (zie bovengenoemd voorbeeld). De resultaten (zie hierna) geven niettemin een goed inzicht in de veroorzaakte kosten per voertuigcategorie, voor de verschillende modaliteiten weg-, spoor- en waterwegvervoer.

Van de totale O&B-kosten van € 1,7 mld. is berekend dat circa € 0,5 mld. afhankelijk is van het gebruik van infrastructuur, zoals in deze studie gedefinieerd. Het grootste deel van de kosten betreft dus vaste kosten. Dit komt onder andere doordat klimaatsinvloeden - los van het infrastructuurgebruik - zorgen voor aanzienlijke slijtage en/of schade van wegdek en spoorrails. Daarnaast blijkt dat waterwegen nauwelijks gebruikafhankelijke kosten kennen (paragraaf 3.3.2), omdat onderhoudskosten aan vaarwegen naar huidig inzicht niet of nauwelijks samenhangen met het gebruik door de binnenvaart.

Toedeling van vaste O&B-kosten aan gebruikers

Van de totale O&B-kosten in 2002 blijkt circa € 1,2 mld. vaste kosten te betreffen. In variant drie (zie hierboven) moeten deze (gebruiksonafhankelijke!) kosten op de één of andere manier worden omgeslagen over de gebruikers. In deze studie staat voorop dat met de opbrengsten van de heffing de (vaste) O&B-kosten geheel worden gedekt. Daarnaast moet de gebruiksheffing zo vormgegeven worden dat er tevens prikkels voor een efficiënte gedragsverandering vanuit gaan.

Deze combinatie van doelen kan worden bereikt door middel van een tweestappen benadering (zie deelrapport 1, paragraaf 4.2.2). In de eerste stap wordt een basisniveau berekend waarvan de hoogte afhankelijk is gemaakt van de voertuig grootte (paragraaf 4.2). Het basisniveau is zodanig vastgesteld dat de opbrengst - samen met die van de gebruikafhankelijke heffing - de totale O&B-kosten van iedere vervoermodaliteit dekt. In de tweede stap worden de basisniveaus gedifferentieerd op basis van externe effecten waarop nog geen heffing



rust. Zodoende worden bestaande verstoringen in de economie (deels) opgeheven, wat vanuit welvaartstheoretisch oogpunt goed verdedigbaar is.

Stap 1: Bepaling basisniveaus voor verschillende grootteklassen

Het begrip voertuiggrootte, gebruikt voor de berekening van het basisniveau, is per modaliteit verschillend ingevuld. Voor de weg is gebruik gemaakt van pae's (personenauto-equivalentiefactoren) als weefactor, welke voor een vrachtauto drie maal zo hoog is als voor een personenauto (zie verder paragraaf 4.4.2).

Bij de binnenvaart is uitgegaan van vaartuiglengte in combinatie met vaartuigkilometers per vaartuigklasse (paragraaf 4.5.2). Voor het spoor kan geen zinvolle maatstaf voor voertuiglengte (of capaciteitsbeslag) worden bepaald, omdat in het spoorvervoer met paden wordt gewerkt. Verschillen in capaciteitsbeslag tussen paden zijn lastig te kwantificeren (zie verder paragraaf 4.6.2).

Stap 2: Wijze van differentiatie van basisniveaus

Voor de tweede stap - de differentiatie van het basisniveau naar externe effecten - is per modaliteit het dominante externe effect bepaald. Voor het wegverkeer is bepalend de luchtverontreiniging, onder meer gerelateerd aan de motor. Aangesloten is bij de reeds ontwikkelde Euroklassen indeling, die ook bij de LKW-Maut heffing in Duitsland is gebruikt. Ook voor de binnenvaart blijkt luchtverontreiniging het meest dominante effect, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de emissienormering voor binnenvaartmotoren. Op het spoor is geluidshinder een relatief belangrijk extern effect. Er bestaat nog geen algemeen geaccepteerde geluidsclassificatie van treinverkeer, zodat alleen op grond van enkele veronderstellingen een berekening is gemaakt van differentiatie van basisniveaus op het spoor op grond van geluidshinder (paragraaf 4.6.3) (zie paragraaf Spoorvervoer hieronder, en verder paragraaf 4.6.4).

Tenslotte zijn aan de mate van differentiatie op het basisniveau enkele beperkingen opgelegd (zie paragraaf 4.3.2). De absolute verschillen in niveau tussen klassen worden gelijk gesteld aan de gemonetariseerde verschillen in externe kosten, tenzij daardoor het laagste niveau onder 50% van het berekende basisniveau zou komen te liggen. De bedoeling van het doorberekenen van vaste kosten is immers dat (alle) gebruikers meedelen in de kosten. Indien op basis van de externe kosten het laagste niveau onder 50% van het berekende basisniveau zou komen te liggen, wordt het laagste niveau gelijk gesteld aan 50% van het basisniveau. De relatieve verschillen in niveau tussen klassen worden in dat geval gelijk gesteld aan de relatieve verschillen in externe kosten tussen klassen. Om te kunnen waarborgen dat het stelsel kostendekkend blijft, is vervolgens de bovengrens aan de differentiatie - en aan het basisniveau - vrijgelaten.

Hardheid van datamateriaal en gevoeligheid van de uitkomsten

Het datamateriaal gebruikt voor de kostentoedeling, is niet altijd even 'hard'. Verschillende malen moesten (soms arbitraire) inschattingen of veronderstellingen gemaakt. Een aantal malen moest gebruik gemaakt worden van inschattingen van individuele medewerkers van ProRail of Rijkswaterstaat.

Daar komt wat betreft ProRail nog een complicatie bij. ProRail krijgt als infrabeheerder op grond van de Spoorwegwet (en de Europese Richtlijn terzake) de bevoegdheid om gebruikstarieven vast te stellen. Daardoor hecht ProRail aan (enige) vertrouwelijkheid van bedrijfseconomische gegevens. Hierdoor is sprake van een (potentiële) belangentegenstelling, omdat voor het onderzoek nu juist van belang is te beschikken over volledige en objectieve gegevens van de infrabeheerder(s), in casu ProRail. Van dit laatste was op onderdelen geen sprake, zoals bijvoorbeeld bij de inschatting door experts van de mate van gebruiksafankelijkheid van de O&B-kosten spoor. CE heeft geen inzage in expertrapporten gekregen en kon dus geen onafhankelijke oordeel vellen over door ProRail aangeleverde inzichten met betrekking tot gebruiksafankelijkheid en dergelijke van de O&B-kosten.

Relatie met derde deelonderzoek

Het is goed erop te wijzen dat in dit tweede deelonderzoek de kostentoedeling binnen de verschillende modaliteiten is onderzocht. Nadrukkelijk is hier (nog) geen sprake van gebruikstarieven. Deze zijn wel aan de orde in het derde deelonderzoek, waar de effecten van (veronderstelde) gebruikstarieven in kaart gebracht. Inningskosten spelen in dit deelonderzoek nog geen rol, maar kunnen uiteraard wel deel uitmaken van de uiteindelijke gebruikstarieven.

In het derde deelonderzoek zal een indicatie worden gegeven van de gevoeligheid van verschillende veronderstellingen die in dit (tweede) deelonderzoek zijn gemaakt. Dat geldt onder andere voor de gevoeligheid van het gekozen basisjaar (incl. de problematiek van eventueel achterstallig onderhoud). Daarnaast wordt een indicatie gegeven van de mate waarin (toekomstige) ontwikkeling in de samenstelling van het voer- en vaartuigenpark kan leiden tot een andere kostentoedeling. Door het basisniveau te differentiëren naar externe effecten hebben wijzigingen in de samenstelling van het wagenpark (wat betreft relatieve aandelen van milieuvriendelijke voertuigen) immers invloed op de te realiseren opbrengst. Eén en ander onderstreept het belang van een periodieke actualisatie van (toedeling van) O&B-kosten.

Hierna worden de kwantitatieve resultaten voor de drie modaliteiten gepresenteerd. Daarbij zijn de verkeer- en vervoersprestaties inclusief die van buitenlandse gebruikers van Nederlandse infrastructuur.

Kwantitatieve resultaten voor wegen

Hieronder vindt u een overzicht van de belangrijkste kwantitatieve resultaten voor wegen.

tabel 1 Gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten voor wegen in 2002, in €ct per voertuigkilometer (tussen haken kosten in mln €)

Voertuigcategorie	Type kosten						Vast (Basisniveau)	Totale kosten
	Gebruiksafhankelijk				Totaal			
	A	B	C	D				
Goederenvervoer								
Vrachtauto solo < 12 ton	0,16	0,07	0,04	0,12	0,40		1,82	2,22
(kosten in mln)	(0,5)	(0,2)	(0,1)	(0,4)	(1,2)	(5,5)		(6,7)
Vrachtauto solo > 12 ton	2,06	0,07	0,06	0,03	2,22		1,82	4,04
(kosten in mln)	(25,1)	(0,9)	(0,8)	(0,4)	(27,1)	(22,1)		(49,2)
Vrachtauto combinatie > 12 ton	6,04	0,07	0,08	0,02	6,21		1,82	8,03
(kosten in mln)	(52,1)	(0,6)	(0,7)	(0,2)	(53,6)	(15,7)		(69,3)
Trekker met oplegger > 12 ton	4,99	0,07	0,08	0,02	5,16		1,82	6,98
(kosten in mln)	(106,3)	(1,5)	(1,8)	(0,4)	(110,0)	(38,7)		(148,7)
<i>(Totale kosten in mln)</i>	<i>(184,0)</i>	<i>(3,2)</i>	<i>(3,4)</i>	<i>1,4</i>	<i>(191,9)</i>	<i>(82,0)</i>		<i>(273,9)</i>
Personenvervoer								
Auto	0,00	0,07	0,01	0,01	0,10		0,61	0,71
(kosten in mln)	(0,7)	(27,4)	(5,8)	(5,5)	(39,4)	(236,6)		(276,0)
Bus	3,13	0,07	0,05	0,52	3,77		1,82	5,59
(kosten in mln)	(0,4)	(0,0)	(0,0)	(0,1)	(0,4)	(0,2)		(0,6)
Touringcar	4,46	0,07	0,05	0,06	4,64		1,82	6,46
(kosten in mln)	(4,7)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(4,9)	(1,9)		(6,8)
Motorfiets	0,00	0,07	0,06	0,08	0,21		0,30	0,51
(kosten in mln)	(0,0)	(0,3)	(0,3)	(0,4)	(1,0)	(1,5)		(2,5)
<i>(Totale kosten in mln)</i>	<i>(5,7)</i>	<i>(27,8)</i>	<i>(6,2)</i>	<i>(6,1)</i>	<i>(45,7)</i>	<i>(240,2)</i>		<i>(285,9)</i>
Bestelauto								
	0,01	0,07	0,02	0,02	0,12		0,61	0,73
<i>(Totale kosten in mln)</i>	<i>(0,2)</i>	<i>(2,7)</i>	<i>(0,7)</i>	<i>(0,9)</i>	<i>(4,4)</i>	<i>(22,8)</i>		<i>(27,2)</i>
<i>(Totale kosten weg in mln)</i>	<i>(190,0)</i>	<i>(33,7)</i>	<i>(10,2)</i>	<i>(8,2)</i>	<i>(242,1)</i>	<i>(345,1)</i>		<i>(587,2)</i>

A = Aantal verreden kilometers en voertuiggewicht.

B = Aantal verreden kilometers.

C = Geluidsproductie.

D = Aantal en ernst van ongevallen.

- *gebruiksafhankelijke kosten* zijn toegedeeld op basis van vier verschillende cost drivers (zie A t/m D onderaan tabel 1). Ongeveer 40% van de totale O&B-kosten is gebruiksafhankelijk;
- hoge kosten worden toegedeeld aan relatief zware voertuigen. Dit komt door de relatie met de schade die zij veroorzaken aan het wegdek. Bovendien blijkt sprake te zijn van een exponentiële relatie tussen voertuiggewicht en schadekosten (zie paragraaf 3.2.4). Het verschil in kosten tussen de trekker met oplegger en de vrachtautocombinatie bij kostentype A wordt verklaard door het verschil in gemiddelde beladingsgraad;
- basisniveaus voor de *vaste kosten* zijn vastgesteld met pae als weefactor voor de voertuiggrootte. De basisniveaus zijn gedifferentieerd op basis van de emissiefactoren van de Euroklassen. Na differentiatie varieert het basisni-

veau voor vrachtauto's van 50% van het basisbedrag voor de Euro 4 en de Euro 5 klassen tot maximaal 1,67 maal het basisniveau voor de Euro 0 klasse;

- de gevonden gebruiksaafhankelijke kosten voor vrachtauto's zijn qua grootteorde in lijn met eerdere Europese marginale kostenstudies van onder andere de ECMT, zie [CE, 2003].

Kwantitatieve resultaten voor vaarwegen

Hieronder vindt u een overzicht van de belangrijkste kwantitatieve resultaten voor waterwegen.

tabel 2 Gebruiksaafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten voor vaarwegen in 2002, in € per vaartuigkilometer (tussen haken kosten in mln €)

Vaartuigcategorie	Gebruiksaafhankelijk	Vast (basisniveau)	Totale kosten
Binnenvaart (naar laadvermogen (ton))			
<250	0,53	1,42	1,95
(kosten in mln)	(0,2)	(0,5)	(0,7)
250-400	0,53	1,95	2,48
(kosten in mln)	(1,4)	(5,0)	(6,4)
400-650	0,53	2,66	3,19
(kosten in mln)	(3,8)	(19,0)	(22,8)
650-1.000	0,53	3,73	4,26
(kosten in mln)	(6,2)	(43,7)	(49,9)
1.000-1.500	0,53	4,18	4,71
(kosten in mln)	(7,0)	(55,7)	(62,7)
1.500-2.000	0,53	5,20	5,73
(kosten in mln)	(3,3)	(32,5)	(35,8)
2.000-3.000	0,53	5,58	6,11
(kosten in mln)	(4,8)	(50,9)	(55,7)
>3.000	0,53	8,11	8,64
(kosten in mln)	(2,3)	(34,9)	(37,2)
<i>(Totale kosten in mln)</i>	<i>(29,0)</i>	<i>(242,2)</i>	<i>(271,2)</i>
Recreatievaart	0,27	0,51	0,78
<i>(Totale kosten in mln)</i>	<i>(10,0)</i>	<i>(18,7)</i>	<i>(28,7)</i>
<i>(Totale kosten vaarw. mln)</i>	<i>(39)</i>	<i>(261)</i>	<i>(300)</i>

- *gebruiksaafhankelijke kosten* hebben alleen betrekking op beheerkosten, waaronder ook kosten voor scheepvaartbegeleiding (zie paragraaf 3.3.2). De kostentoedeling (per vaartuigkm) valt daarom uniform uit voor alle categorieën binnenvaartschepen. Een lopend onderzoek van Ecorys zou kunnen uitwijzen dat wellicht een groter deel van de O&B kosten gebruiksaafhankelijk is;
- basisniveaus voor de *vaste kosten* zijn vastgesteld met scheepslengte als weegfactor voor de voertuig grootte (ingedeeld naar laadvermogenklassen). In deze studie is ervoor gekozen om het basisniveau te differentiëren op basis van de emissiefactoren. We berekenen in dit rapport geen differentiaties op de basisniveaus, omdat er nauwelijks verschillen zijn in de kosten van lucht-



verontreiniging tussen schepen die wel en schepen die niet voldoen aan CCR fase 1 (de minst stringente milieueisen). Fase 2 gaat pas in vanaf 2006 en er zijn geen schepen die nu al aan deze eis voldoen. Dit betekent dat op basis van de huidige marktaandelen voor alle schepen het basisniveau van toepassing is. Voor scheepsmotoren die ter zijner tijd aan CCR fase 2 voldoen kan op basis van waardering van de externe kosten van de luchtvervuiling een korting van gemiddeld zo'n 40% op het basisniveau worden gerekend.

Kwantitatieve resultaten voor spoorwegen

Hieronder vindt u een overzicht van de belangrijkste kwantitatieve resultaten voor spoorwegen.

tabel 3 Gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten voor spoorwegen in 2002, in € (tussen haken kosten in mln €)

Treinen	Type kosten					Vast (basisniveau, per treinkm)	Totaal
	Gebruiksafhankelijk (resp. per brutotonkm, treinkm, kWh, haltering)						
	A	B	C	D	Totaal		
Goederenvervoer							
Trein (elektrisch) (kosten in mln)	0,0034 ¹⁾	0,46	0,03			4,13	
						(10,7)	
Trein (diesel) (kosten in mln)	0,0034 ¹⁾	0,46				3,82	
						(29,0)	
Totale kosten (mln)	(33,2)	(4,6)	(1,3)		(39,2)	(39,7)	(78,9)
Personenvervoer							
Trein (elektrisch) (kosten in mln)	0,0034 ¹⁾	0,46	0,03	? ²⁾		4,40	
						(455,3)	
Trein (diesel) (kosten in mln)	0,0034 ¹⁾	0,46		? ²⁾		4,10	
						(60,6)	
Totale kosten (mln)	(97,2)	(53,6)	(31,6)	(25,3)	(207,8)	(515,9)	(723,8)
Totale kosten (mln)	(130,4) ¹⁾	(58,2)	(32,9)	(25,3)	(247,0)	(555,7)	(802,7)

A = Aantal bruto tonkilometers

B = Aantal treinkilometers

C = Aantal kWh

D = Aantal haltingen

1 Indien vernieuwingskosten niet als gebruiksafhankelijk zouden worden aangemerkt, bedragen de gebruiksafhankelijke kosten die worden toegedeeld naar brutotonkm niet € 130,4 mln (totaal kolom A) maar € 62,4 mln, oftewel € 0,0016 per brutotonkm. De totale vaste kosten bedragen dan geen € 555,7 mln maar € 623,7 mln, oftewel € 0,53 (per treinkm) hogere basisniveaus (zie één na laatste kolom).

2 Niet berekend in deze studie.

- *gebruiksafhankelijke kosten* voor de verschillende cost drivers zijn in deze studie niet op uniforme wijze vertaald naar een bedrag per treinkm. Voor de vertaling van de gebruiksafhankelijke kosten per eenheid cost driver naar kosten per treinkm moeten aannames worden gedaan over het bruto trein-

gewicht en elektriciteitsafname van een trein(type). Dit valt buiten de scope van deze studie. In het derde deelonderzoek zullen de benodigde aannames worden gemaakt en toegelicht;

- de gebruiksafhankelijke kosten zijn circa 30% van de totale O&B-kosten spoor. Indien de vernieuwingskosten niet deels als gebruiksafhankelijke kosten worden beschouwd, dan bedraagt het percentage gebruiksafhankelijke kosten 22%. (zie verder paragraaf 3.4.2 t/m 3.4.7);
- de gehanteerde percentages voor de gebruiksafhankelijkheid van vernieuwingskosten (met de in deze studie gehanteerde definitie van gebruiksafhankelijkheid) kennen een hoge mate van onzekerheid omdat er voor de Nederlandse situatie onvoldoende over bekend is. We bevelen aan hier nader onderzoek naar te doen;
- de exacte relatie tussen enerzijds gebruikskennmerken zoals snelheid en aslast en spoor karakteristieken zoals ballast en ondergrond en anderzijds onderhoudskosten zou voor de Nederlandse situatie nader onderzocht moeten worden;
- het verschil in het basisniveau voor de *vaste kosten* tussen elektrische en dieseltreinen heeft te maken met de kostenpost 'kWh' (kosten voor *transport* van elektriciteit). Het verschil in het basisniveau tussen personen- en goederentreinen heeft te maken met het aantal stops dat (alleen) personentreinen maken bij stations (aantal halteringen) (zie verder paragraaf 4.6.2 t/m 4.6.4). De vaste kosten zijn niet gedifferentieerd op basis van geluidemissies, omdat de benodigde gegevens daarvoor op dit moment ontbreken;
 - de differentiatie van het basisniveau naar geluidsklassen dient verder te worden uitgewerkt. Het ligt voor de hand daarbij aan te sluiten bij de klassenindeling die momenteel door onder andere het Ministerie van VROM in samenwerking met het Ministerie van V&W wordt ontwikkeld. Een indicatieve berekening laat zien dat de verschillen tussen de klassen die daarin momenteel worden voorgesteld ongeveer € 0,48 zouden kunnen bedragen. Een goederentrein uit klasse 1 zou € 0,48 meer moeten betalen dan een gemiddelde goederentrein (klasse 2);
- de gevonden gebruiksafhankelijke kosten voor treinen (gemiddeld € 4 per vkm³) zijn qua grootteorde gemiddeld in lijn met eerdere Europese marginale kostenstudies van onder andere de ECMT, zie [CE, 2003]. Hierbij moet bedacht worden dat bij de uiteindelijke tarieven een aanzienlijke spreiding rondom dit gemiddelde kan optreden.

³ De € 39,2 mln aan gebruiksafhankelijke kosten voor goederen zijn hier gedeeld door de 10,2 mln treinkilometers.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Deze studie wordt uitgevoerd in het kader van het Interdepartementaal Beleidsonderzoek (IBO) Gebruiksvergoedingen goederenvervoer. Deze studie is een vervolg op een eerder deelonderzoek [CE / VU, 2004a] waarbij CE en de Vrije Universiteit in samenwerking hebben onderzocht op basis van welke definities en volgens welke principes de kosten van onderhoud en beheer kunnen worden toegerekend aan verschillende gebruikersgroepen. Dit eerste deelonderzoek, 'Definities en beprijzingsprincipes', heeft geresulteerd in een drietal beleidsvarianten:

- 1 De nulsituatie: een overzicht van de huidige heffingen voor infrastructuurgebruik.
- 2 Doorberekening van uitsluitend de gebruiksafhankelijke kosten.
- 3 Doorberekening zoals in variant 2 hierboven, aangevuld met de toerekening van vaste kosten.

In het onderhavige, tweede deelonderzoek worden de kosten gekwantificeerd en wordt voor deze beleidsvarianten de kostenstructuur in beeld gebracht op basis van gekozen uitgangspunten. Het Ministerie van Financiën is opdrachtgever en heeft CE gevraagd ook dit (tweede) deelonderzoek uit te voeren.

1.2 Projectkader en doel

De centrale vraagstelling van dit project is (zoals ook geformuleerd door het Ministerie van Financiën):

Hoe kunnen, gegeven de genoemde beleidsvarianten en mogelijke subvarianten, de beheer- en onderhoudskosten op rijksniveau zo efficiënt mogelijk kwantitatief worden toegerekend aan voertuigtypes/kostendragers, rekening houdend met onder andere eventuele uitvoeringskosten, perceptiekosten, externe effecten en andere (redelijkerwijze te verwachten) inefficiënties?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 geven we een overzicht van de huidige heffingen voor infrastructuurgebruik (de nulsituatie). Vervolgens gaan we in hoofdstuk 3 in op de doorberekening van uitsluitend de gebruiksafhankelijke kosten. In hoofdstuk 4 komt doorberekening *van de vaste kosten* aan de orde. Het betreft hier de bepaling van een basisniveau en een voorstel voor differentiatie daarvan naar belangrijkste milieukeurmerk.



2 Nulsituatie: gebruiksheffingen bij ongewijzigd beleid

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft per modaliteit een overzicht van de huidige gebruiksheffingen voor infrastructuur voor het goederenvervoer.

2.2 Rijkswegen: het Eurovignet

In de huidige situatie bestaan geen gebruiksheffingen voor directe financiering van het beheer- en onderhoud van infrastructuur. Dat neemt niet weg dat het goederenvervoer wel bijdraagt aan de algemene middelen, in de vorm van dieselaccijns en, in mindere mate, motorrijtuigenbelasting. De totale inkomsten van de overheid van accijns op diesel en LPG bedroegen in 2002 € 2,3 mld⁴ (inclusief personenauto's). Hiervan heeft 0,7 mld betrekking op het goederenvervoer over de weg (exclusief bestelauto's). Door het vrachtvervoer werd verder € 76 mln aan MRB afgedragen (exclusief bestelauto's).

Motorrijtuigenbelasting wordt geheven op het bezit en niet op het gebruik van een voertuig. Betaling van dieselaccijns hangt daarentegen wel samen met het gebruik, in casu het aantal gereden kilometers. Er is echter sprake van een indirect verband: hoe zuiniger de motor, des te minder accijns wordt betaald, bij een zelfde aantal kilometers.

Daarnaast geldt voor zware vrachtwagens het Eurovignet⁵. Voor het gebruik van het autosnelwegennet in Nederland is voor vrachtwagens vanaf 12 ton maximale massa het Eurovignet verplicht gesteld. De vijf⁶ deelnemende Europese landen hebben zich via het Eurovignetverdrag verplicht de maximale tarieven uit de Eurovignetrichtlijn te heffen (zie tabel 4).

Het Eurovignet is weliswaar verschuldigd voor gebruik van het autosnelwegennet, maar geldt niet als een gebruiksfhankelijke heffing zoals in deze studie gedefinieerd. Er is immers geen relatie tussen de hoogte van het tarief en de omvang van het gebruik, zoals bijvoorbeeld gemeten door het aantal voertuigkilometers.

Op dit moment wordt in EU-verband besloten over aanpassing van de zogenaamde Eurovignet-Richtlijn, Richtlijn 1999/62. De Europese Commissie heeft een voorstel ingediend tot herziening van deze Richtlijn. De uitkomst van de besluitvorming is nog onzeker.

⁴ Zie [Bovag Rai, 2003].

⁵ In Nederland ook wel Belasting zware motorrijtuigen (BZM) genoemd.

⁶ Oorspronkelijk waren dit zes landen, maar Duitsland heeft het verdrag opgezegd.

tabel 3 Eurovignettarieven 2002 (op jaarbasis)

Voertuigcategorie	Tarief per jaar in € ¹⁾	Opbrengst in mln €
Vrachtauto solo > 12 t	750	1.050
Vrachtautocombinatie	1.175	1.925

Bron: Ministerie van Financiën

¹⁾ Er bestaat variatie in de tarieven op basis van het aantal assen en de Euroklasse.

Aparte aandacht is nodig voor de positie van de bestelauto. Bestelauto's worden zowel in het personen- als in het goederenvervoer gebruikt. Het aantal bestelauto's is de afgelopen jaren fors gestegen, van ongeveer 500.000 in 1997 tot circa 835.000 in 2003. Uit het meest recente, beschikbare onderzoek⁷ bleek dat maximaal 24% van de bestelwagens gebruikt werd voor goederenvervoer en dat sprake was van een trend van steeds veelvuldiger privé-gebruik van bestelauto's, terwijl daarnaast de effectiviteit in termen van beladingsgraad (tonnage) aan het dalen was. Op grond van deze resultaten - en ook gelet op het aantal bestelwagens en de vertekening die zou ontstaan wanneer bij de bepaling van de tarieven bestelautokilometers zouden worden meegenomen - zijn bestelwagens als aparte categorie opgenomen en niet ondergebracht bij het goederenvervoer.

2.3 Waterwegen: geen heffingen voor rijkswateren

Aan de kosten van O&B van rijkswaterwegen wordt op dit moment niet bijgedragen door de binnenvaart. Mobiliteitsgerelateerde heffingen die ten goede komen aan de algemene middelen, worden nagenoeg niet geheven van de binnenvaart. Een pendant van de motorrijtuigenbelasting bestaat niet. Bovendien geldt voor een belangrijk deel van de binnenvaart een vrijstelling van dieselaccijns, op grond van het zgn. gasolieverdrag. De binnenvaart betaalt wel voor het gebruik van de infrastructuur die niet in handen is van het Rijk. Dit betreft hoofdzakelijk havengelden (totaal binnenvaart en recreatievaart circa € 26 mln per jaar⁸).

2.4 Spoorwegen: Gebruiksvergoeding infrastructuur

Er bestaat een gebruiksvergoeding spoorweginfrastructuur die zowel voor goederen- als voor personenvervoer per spoor geldt. Deze wordt vastgesteld op basis van een deel van de door ProRail begrote onderhoudskosten. In principe worden deze kosten gedeeld door het totaal begrootte aantal voertuigkilometers⁹. Dit geeft het basistarief.

Dit basistarief is niet het tarief dat per treinkilometer wordt betaald. In de eerste plaats geldt er een ingroeipercentage om te snelle tariefstijging te voorkomen. Jaarlijks moet een steeds groter deel van de kosten worden opgebracht door de sector, totdat in 2007 100% van het beoogde tarief bereikt wordt. Dit ingroeipercentage bedroeg in 2004 80%. Voor personenvervoer is de gebruiksvergoe-

⁷ NIPO 1997: 'Trends bezit en gebruik van bestelwagens'.

⁸ Bron: [NEA, 2002]. We schatten dat circa € 16 mln hiervan betrekking heeft op de binnenvaart.

⁹ Met uitzondering van een tarief per keer dat een station wordt aangedaan.



ding gelijk aan het product van het ingroeipercentage en het basistarief. Goederenvervoer heeft naast het ingroeipercentage ook nog te maken met een marktparameter waardoor rekening wordt gehouden met de positie van het goederenvervoer ten opzichte van concurrerende modaliteiten. Deze marktparameter bedroeg in 2004 70%. Per kilometer wordt het product van het basistarief, het ingroeipercentage en de marktparameter betaald.

De verschillende percentages en tarieven voor de gebruiksvergoedingen voor personen en goederenvervoer staan in tabel 4 samengevat.

De gebruiksvergoeding voor het spoor is in tegenstelling tot het Eurovignet bij de weg een *gebruiksafhankelijke* vergoeding. Immers, de hoogte is afhankelijk van de hoeveelheid mobiliteit (voertuigkilometrage).

tabel 4 Tarieven gebruiksvergoeding 2000-2004 in €

	2000	2001	2002	2003	2004	2004 (opbrengst in mln €)
Basistarief	€ 0,93	€ 0,94	€ 0,98	€ 1,07	€ 1,08	
Ingroeipercentage	15%	30%	45%	60%	80%	
Marktparameter (alleen voor goederentreinen)	30%	40%	50%	60%	70%	
Tarief personen-treinen	€ 0,1399	€ 0,2820	€ 0,4409	€ 0,6409	€ 0,8619	113,6 ¹⁾
Tarief goederentreinen	€ 0,0420	€ 0,1128	€ 0,2205	€ 0,3845	€ 0,6034	5,3

Bron: Staatscourant, verschillende edities, bedragen voor 2000 en 2001 omgerekend naar €.

¹⁾ Inclusief € 16,8 mln voor haltingen.

Met de inwerkingtreding van de nieuwe Spoorwegwet in 2005 zal de bevoegdheid tot het vaststellen van tarieven aan ProRail toekomen. De tariefvaststelling van de gebruiksvergoeding zal dan niet langer door de minister van Verkeer en Waterstaat gebeuren. Als gevolg van invoeringsproblemen zal ProRail vermoedelijk vanaf 2006 daadwerkelijk de tarieven gaan vaststellen. De minister van Verkeer en Waterstaat heeft ten aanzien van de tariefvaststelling de mogelijkheid alsnog een Algemene Maatregel van Bestuur te nemen. Of een AMvB wordt ingevoerd, hangt af van toetsing van de door ProRail in eerste instantie voorgestelde tarieven. Daarbij wordt onder andere gekeken naar de vraag tot welke maatschappelijke uitkomsten de tarieven leiden.

In het IBO Gebruiksvergoedingen goederenvervoer gaat het om het bepalen van de hoogte en de structuur van gebruiksvergoedingen en de omvang van economische en vervoerkundige effecten die daarmee samenhangen. Twee varianten worden onderzocht, die waarbij de gebruiksafhankelijke O&B-kosten worden doorberekend en die waarbij de totale O&B-kosten worden doorberekend (zie hoofdstuk 1). Daarbij spelen de door ProRail in de toekomst vast te stellen tarieven geen rol.

Naast gebruiksvergoedingen spelen nog enkele mobiliteitsgerelateerde heffingen een rol, die aan de algemene middelen ten goede komen. Het gaat onder andere om dieselaccijns (opbrengst 2004: circa € 1,3 mln).



3 Variant toerekening gebruiksafhankelijke kosten beheer en onderhoud

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft voor de verschillende modaliteiten een overzicht van *gebruiksafhankelijke kosten* en de achterliggende berekeningswijzen¹⁰. Per modaliteit bespreken we hoe deze kosten worden toegedeeld op basis van de belangrijkste cost drivers. Het resultaat hiervan is per modaliteit een overzicht van de kosten per eenheid cost driver, of per voertuigkilometer indien het uitdrukken van de resultaten in kosten per cost driver niet mogelijk is.

Soms zijn de meest directe cost drivers niet geschikt, en worden parameters gebruikt die de daadwerkelijke cost drivers zo dicht mogelijk benaderen. Zo is het weinig zinvol om de asdruk van iedere as van iedere individuele vrachtauto als basis te nemen voor het toerekenen van de slijtagekosten van weginfrastructuur. Een benadering met onderscheid tussen verschillende klassen van vrachtauto's (op basis van maximaal gewicht) is in dat geval toereikend. Daarom worden kosten gepresenteerd per vrachtautocategorie en niet per as. Voor binnenvaartschepen en treinen geldt min of meer hetzelfde.

Hierna worden achtereenvolgens de drie betrokken sectoren - wegen, waterwegen en spoorwegen - behandeld. In deze studie geldt als uitgangspunt een (zo veel mogelijk) gelijke behandeling van deze sectoren. Daartoe is wat betreft het totale uitgavenniveau uitgegaan van de (gerealiseerde) rijksuitgaven voor beheer en onderhoud in het meest recente, beschikbare jaar, in casu 2002. Uiteraard is dan sprake van een momentopname en zou men ook om die reden de voorkeur kunnen geven aan bijvoorbeeld een genormeerde kostenbenadering.

Een genormeerde benadering gaat uit van die O&B-kosten die gemaakt moeten worden om een bepaald kwaliteits- of functionaliteitsniveau in stand te houden. In theorie kan dan geen achterstallig onderhoud ontstaan. De problematiek van onderhoud dat nodig is voor bepaalde kwaliteitsniveaus is complex en valt buiten het bereik van deze studie. Ook omdat in de praktijk de scheidslijn tussen noodzakelijk onderhoud (voor een bepaald kwaliteitsniveau) en kwaliteitsverbetering niet altijd eenduidig is, wordt in deze studie geen gebruik gemaakt van de totaalbedragen die uit de normkostenbenaderingen resulteren. Met name bij het spoor is noodzakelijk onderhoud soms niet los te zien van punctualiteits- en andere kwaliteitseisen. Bijkomend probleem is dat genormeerde kostenbenaderingen wel bestaan voor wegen en spoorlijnen, maar niet voor vaarwegen. Niettemin is toch gebruik gemaakt van inzichten voortvloeiend uit de normkostenaanpak, omdat deze voordelen biedt bij de bepaling van de gebruiksafhankelijke kosten en

¹⁰ In deelrapport 1 (Definities en beprijzingsprincipes) worden als gebruiksafhankelijk gedefinieerd die O&B kosten die veranderen als het verkeers- of vervoersvolume (voertuigkm, tonkm, passages) verandert bij gelijkblijvende capaciteit

de toedeling daarvan aan cost drivers. Om de sectoren zo veel mogelijk gelijk te behandelen zijn de totale (norm)kostenniveaus bij wegen en spoorwegen teruggeschaald naar het niveau van de feitelijke, gerealiseerde rijksuitgaven voor beheer en onderhoud in 2002.

3.2 Rijkswegen

3.2.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten rijkswegen

Voor de omvang van O&B-kosten van rijkswegen is uitgegaan van de gerealiseerde rijksuitgaven in 2002. De totale toe te delen kosten voor beheer en onderhoud bedragen in dat jaar € 587 mln. Dit bedrag is als volgt opgebouwd. Van de begrotingsartikelen 01.01.03 en 01.01.04 (begroting Infracfonds) kan een bedrag van € 639 mln worden afgeleid. Dat bedrag bevat echter ook de uitgaven voor verbeteringswerken die buiten de onderhoudsdefinitie vallen en gerekend worden tot (nieuwe) aanleg (zie deelstudie 1, paragraaf 2.4). Omdat de kosten van verbetering van het wegdek expliciet zijn geïdentificeerd in het [BON, 2001], kan op basis van dit onderzoek een percentage voor verbeteringswerken van ongeveer 8% berekend worden. De 8% komt in mindering op het totaal bedrag van € 639 mln, waardoor het bedrag van € 587 resulteert¹¹.

Met betrekking tot de toedeling van kosten wordt tevens gebruik gemaakt van het [BON, 2001]. In het BON (BasisOnderhoudsNiveau) zijn door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen berekend met als achterliggende gedachte dat onderhoud wordt gepleegd op het optimale niveau. Optimaal onderhoud is hierbij als volgt gedefinieerd [DWW, 2002]:

‘Het basisonderhoudsniveau geeft aan welk minimumpakket aan maatregelen op het gebied van beheer en onderhoud noodzakelijk is om de huidige infrastructuur bij gegeven omstandigheden in fysiek en in functioneel opzicht op langere termijn in stand te houden, uitgaande van door de opdrachtgever (*Rijkswaterstaat, CE / VU*) geaccordeerde servicelevels voor gebruikers en normen en richtlijnen voor de uitvoering van het onderhoud’.

De in het [BON, 2001] gehanteerde methodiek is een normkostenmethodiek. Voordeel van normkostenbenaderingen is dat - in elk geval in theorie - geen achterstallig onderhoud ontstaat. Dientengevolge worden aangaande de toedeling van kosten van rijkswegen de cijfers uit het [BON, 2001] gehanteerd, terwijl met betrekking tot de totale kosten het niveau van de gerealiseerde uitgaven in 2002 wordt gehanteerd, zijnde € 587 mln¹².

¹¹ In eerder onderzoek, zie onder andere [CE, 1999 en VU, 2002] werd, afgaande op cijfers van [Tebodin/DHV, 1992], nog 21% van onderhoudskosten aan aanlegkosten toegerekend omdat dit percentage van de kosten zou worden gespendeerd aan verbetering van het wegdek.

¹² In plaats van totale kosten uit het [BON, 2001] ter grootte van € 634 mln (zie bijlage A).



3.2.2 Gebruiksafhankelijk versus vast

In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten. Om te komen tot het gebruiksafhankelijke deel is in de definitiefase een tabel opgesteld, zie [CE / VU, 2004a, tabel 3] waarin op *kwantitatieve* wijze wordt aangegeven bij welke kostenposten er sprake kan zijn van gebruiksafhankelijkheid. Uit deze tabel bleek tevens dat een deel van de gebruiksafhankelijke onderhoudskosten niet gerelateerd is aan slijtage maar aan verkeersongevallen en geluidsoverlast.

Na inzicht in de gedetailleerde cijfers over beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen is besloten de exacte indeling van kosten in het [BON, 2001] te hantieren - en de indeling in tabel 3 van het eerste deelonderzoek los te laten - met name omdat per in het [BON, 2001] opgenomen kostenpost bepaald kon worden welk deel als gebruiksafhankelijk en welk deel als vast beschouwd kan worden¹³ Bovendien kon voor alle gebruiksafhankelijke kostenposten worden bepaald op welke manier deze kosten dienden te worden toegedeeld aan de onderscheiden voertuigen, oftewel op welke wijze zij afhankelijk zijn van het verkeer (passages, voertuigkilometers, aslast). Hierover meer in de volgende paragraaf. In tabel 5 zijn de totale toe te delen beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen, zijnde de begrotingscijfers uit 2002, opgedeeld in gebruiksafhankelijke en vaste kosten op basis van het [BON, 2001]. Uit tabel 5 blijkt dat een groot gedeelte van de kosten als gebruiksafhankelijk te beschouwen is. De gedetailleerde cijfers uit het [BON, 2001] zijn opgenomen in bijlage A, met daarnaast informatie over de omvang van gebruiksafhankelijke en vaste kosten en de wijze waarop deze zijn bepaald.

tabel 5 Gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 (in mln; verdeling vast/gebruiksafhankelijk op basis van het [BON, 2001])

Type kosten	Kosten (mln)
Gebruiksafhankelijk	242,1
Vast	345,1
Totaal	587,2

3.2.3 Indeling gebruiksafhankelijke kosten naar kostenposten

Zoals is gebleken uit de vorige paragraaf bedragen de gebruiksafhankelijke beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen € 242,1 mln in 2002. Dit is ongeveer 40% van de totale O&B kosten¹⁴.

Uit verdere bestudering van de diverse kostenposten in het BON (zie bijlage A) blijkt dat vier verschillende soorten gebruiksafhankelijke kosten te onderscheiden zijn, te weten:

- kosten van schade aan het wegdek (slijtage); deze kosten zijn afhankelijk van zowel het aantal verreden kilometers als het gewicht van een voertuig;

¹³ Dank gaat hierbij uit naar DWW en speciaal naar de heer G. Nagtegaal en de heer C. van der Vusse voor het beschikbaar stellen van de cijfers uit het [BON, 2001] en hun 'expert opinion' met betrekking tot het inschatten van het aandeel gebruiksafhankelijke kosten per in het BON opgenomen kostenpost.

¹⁴ Eerder onderzoek naar gebruiksafhankelijke kosten van onderhoud en beheer [DWW, 2000 en KOAC/WMD, 2001] resulteerde in beduidend lagere percentages. Deze onderzoeken hadden echter niet de beschikking over gedetailleerde 'bottom-up' informatie zoals in het [BON, 2001].

- kosten die afhankelijk zijn van *uitsluitend* het aantal verreden kilometers, zoals kosten van verkeersmaatregelen, bebording en bebakening;
- onderhoudskosten van geluidwerende voorzieningen die afhankelijk zijn van het geproduceerde geluid door voertuigen;
- onderhoudskosten die samenhangen met het aantal verkeersongevallen (mede afhankelijk van het aantal verreden kilometers) en de ernst van een ongeval.

Ten eerste blijkt uit tabel 6 dat de kosten van slijtage, zijnde € 190 mln, afhankelijk zijn van het aantal verreden kilometers en voertuiggewicht. De uiteindelijke toedeling van deze kosten geschiedt op basis van voertuigkilometers en asschadefactoren. Aan asschadefactoren wordt in paragraaf 3.2.4 uitgebreid aandacht besteed.

tabel 6 Vier typen gebruikafhankelijke beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 (in mln) op basis van het [BON, 2001]

Kosten afhankelijk van:	Kosten
Aantal verreden kilometers en voertuiggewicht	190,0
Aantal verreden kilometers	33,7
Geluidsproductie	10,2
Aantal en ernst van ongevallen	8,2
Totaal	242,1

Ten tweede is € 33,7 mln afhankelijk van het aantal verreden kilometers. Het handelt hier om kosten van verkeersmaatregelen, bebording, bebakening, afvalverwijdering, reinigen van ZOAB wegdek, etc. Toedeling van deze kosten gebeurt dan ook slechts op basis van voertuigkilometers.

Ten derde is € 10,2 mln van de gebruikafhankelijke kosten gerelateerd aan onderhoud van geluidwerende voorzieningen. Deze kosten zijn gebruikafhankelijk voorzover het onderhoud is gerelateerd aan de hoeveelheid verkeer en de hoeveelheid geproduceerd geluid¹⁵. Deze kosten worden dan ook toegedeeld op basis van voertuigkilometers en geluidweefactoren (factoren die de relatieve hoeveelheid geproduceerd geluid per voertuig weergeven).

Tenslotte blijkt dat € 8,2 mln afhankelijk is van het aantal en de ernst van verkeersongevallen. Helaas zijn hierover geen gegevens bekend. Per voertuigcategorie zijn echter wel gegevens bekend over het aantal verkeersslachtoffers, waarbij een bepaald type voertuig betrokken is (op basis van conflicttabellen van het CBS). Aangezien het aantal verkeersslachtoffers redelijk gecorreleerd zal zijn met de ernst en het aantal verkeersongevallen, nemen wij het aantal verkeersslachtoffers per voertuigcategorie als uitgangspunt voor toedeling van deze kosten.

¹⁵ Uiteraard geldt dat naarmate de hoeveelheid verkeer groter wordt, de geluidsoverlast toeneemt en uiteindelijk ook de geluidwerende voorzieningen. Deze relatie verloopt echter trapsgewijs.

3.2.4 Toedeling kostenpost schade aan het wegdek o.b.v. asschadefactoren¹⁶

Het grootste gedeelte van gebruikafhankelijke kosten hangt samen met de schade die het wegverkeer veroorzaakt aan het wegdek (€ 190 mln). De relevante maat om schade van diverse voertuigcategorieën aan het wegdek te meten is gebaseerd op asschadefactoren. Voor het berekenen van asschadefactoren is een aantal gegevens van belang om het gewicht per as te verkrijgen, waaronder het gemiddeld totaal gewicht en het aantal assen per voertuig. Daarnaast zijn van belang de vering, de bandkarakteristieken en de asconfiguratie van met name vrachtauto's. Aangezien veel voertuigen tegenwoordig voorzien zijn van luchtvering, en geen empirisch materiaal beschikbaar is omtrent de veringkarakteristieken van de onderscheiden vrachtautocategorieën, wordt op dat gebied verder geen onderscheid gemaakt. Daarnaast zijn bandkarakteristieken momenteel onvoldoende onderzocht om ze mee te nemen in deze studie. Vering en bandkarakteristieken laten wij daarom geen rol spelen bij de berekening van asschadefactoren. Met betrekking tot de asconfiguratie is bekend op welke wijze zij de asschadefactor beïnvloedt [KOAC/WMD, 2001]. Bovendien zijn hierover voor verschillende vrachtautocategorieën enige gegevens beschikbaar. De uiteindelijke berekening van de asschadefactor voor een voertuig is als volgt:

Asschadefactor = Asconfiguratie Factor (ACF) * Last Equivalentie Factor (LEF).

De Asconfiguratie Factor (ACF) is *'een factor die de relatieve invloed kwantificeert van een aslast in een tandem of tridem asconfiguratie, ten opzichte van dezelfde last op een enkele as'* [DWW, 2000]. De ACF is gelijk aan 1 bij een enkele as, gelijk aan $(0,6)^n$ voor een tandem as en gelijk aan $(0,45)^n$ voor een tridem as, met n de relevante macht (zie onder). De Last Equivalentie Factor (LEF) wordt als volgt berekend:

$$LEF = (P / P_{std})^n$$

P is hier de aslast (gemiddeld totaal gewicht van een voertuig gedeeld door het aantal assen) en P_{std} is de standaard aslast die conform [DWW, 2000] en de norm van Rijkswaterstaat op 10 ton is gezet¹⁷. Verder blijkt uit [DWW, 2000 en KOAC/WMD, 2001] dat n , met uitzondering van rijspoorvorming en stroefheid, op 4 gesteld dient te worden. Voor rijspoorvorming en stroefheid wordt $n = 2$ gehanteerd. Uit deze onderzoeken blijkt tevens dat rijspoorvorming en stroefheid ongeveer 6% beslaan van de kosten gerelateerd aan slijtage van het wegdek. Uiteindelijk zal dus 6% van € 205 mln worden toegedeeld op basis van 2^e macht asschadefactoren en 94% op basis van 4^e macht asschadefactoren.

In bijlage B wordt per type gebruikafhankelijke kosten een gedetailleerd overzicht gegeven van de wijze waarop totale kosten worden toegedeeld aan de onderscheiden voertuigcategorieën. Hetzelfde geldt voor de toedeling van vaste kosten (zie paragraaf 4.4). Aangezien bij de toedeling van de verschillende typen kosten gegevens worden gebruikt die worden besproken in paragraaf 3.2.5 ver-

¹⁶ Voor een gedetailleerd overzicht van de wijze van toedeling van de verschillende typen gebruikafhankelijke kosten aan de voertuigcategorieën zie bijlage C.

¹⁷ Zie bijlage C voor een gedetailleerd voorbeeld van het berekenen van de asschadefactor van een voertuig.

dient het aanbeveling om deze paragraaf te lezen alvorens bijlage B te bestuderen.

3.2.5 Basisgegevens verkeer en vervoer over de weg

Hierboven is beschreven hoe schade aan het wegdek is gerelateerd aan het gewicht, het aantal assen en de asconfiguratie van een voertuig. Derhalve zijn gegevens verzameld over leeggewicht, gemiddeld vervoerd gewicht, aantal assen en asconfiguratie per voertuig. Hierbij is een groot aantal vrachtautocategorieën onderscheiden (zie paragraaf 3.1). Daarnaast is een onderscheid gemaakt tussen beladen en onbeladen kilometers. Dit heeft te maken met de relatie tussen gewicht en schade aan het wegdek, die niet lineair is. Aggregatie zou - alvorens de kosten zijn toegedeeld naar beladen en onbeladen kilometers - bij een niet-lineaire relatie leiden tot onderschatting van kosten voor het vrachtverkeer, zie [VU, 2002]. Anders gezegd, de asschadefactor van een gemiddelde vrachtauto is beduidend verschillend van een (gewogen) gemiddelde asschadefactor. Alvorens over te gaan op het goederenvervoer zijn in tabel 7 allereerst de gegevens voor het personenvervoer en de bestelauto gepresenteerd. Merk op dat bij het bepalen van het gemiddeld gewicht van personenauto's gegevens van CE zijn gebruikt met betrekking tot leeggewicht en de gemiddelde belading van voertuigen, en dat is aangenomen dat een gemiddeld persoon 75 kilogram weegt. Voor het gemiddeld totaal gewicht van een motorfiets is aangenomen dat dit de helft is van het gemiddeld totaal gewicht van een personenauto (hetzelfde geldt voor het aantal assen).

tabel 7 Basisgegevens personenvervoer en bestelauto

Categorie	Gemiddeld gewicht (in ton)*	Voertuigkilometers op Rijkswegen (in mln)**	Aantal assen***
Personenvervoer			
Auto	1,15	39.018,00	2,00
Bus	12,99	11,70	2,00
Touringcar	16,79	105,60	2,50
Motorfiets	0,58	488,00	1,00
Bestelauto	1,87	3.762,00	2,00

* Eigen inschatting, gemiddeld beladen gewicht bepaald op basis van gemiddeld leeggewicht, gemiddelde lading en een gemiddeld gewicht per persoon van 75 kilogram.

** Gegevens voor 2002 afkomstig van [Taakgroep Verkeer, 2004]; inclusief vkm's van buitenlandse vervoerders op Nederlandse rijkswegen.

*** Eigen inschatting en inschatting TLN.

De basisgegevens voor het goederenvervoer die in dit rapport worden gebruikt voor toedeling van kosten op basis van voertuigkilometers en asschadefactoren zijn grotendeels gelijk aan de cijfers uit het [VU, 2002] rapport. De cijfers over het gemiddeld vervoerd gewicht voor een groot aantal onderscheiden vrachtautocategorieën in dat rapport zijn afkomstig uit [CBS, 1996]. Daarnaast is het leeggewicht van een voertuig, het aantal assen en de asconfiguratie per vrachtautocategorie ingeschat door TLN. De gemiddelde lading in beladen en onbeladen toestand is dientengevolge bekend. In het [CBS, 1996] rapport zijn tevens gegevens opgenomen over de verdeling tussen beladen en onbeladen kilometers voor ie-

dere onderscheiden vrachtautocategorie. Verder zijn voor de uiteindelijke toedeling van de kosten de totale voertuigkilometers uit 2002 gebruikt¹⁸ en zijn deze verdeeld over het totaal aantal onderscheiden vrachtautocategorieën op basis van de [CBS, 1996] cijfers. In tabel 8 zijn deze gegevens gepresenteerd. In de tabel worden vrachtauto's onderscheiden van minder dan 3,5 ton maximaal gewicht, zie [CBS, 1996].

tabel 8 Basisgegevens goederenvervoer

Maximaal Gewicht	Gemiddeld leeggewicht ¹	Gemiddelde lading ²	Relatief VKM ²	VKM Rijkswegen ³	% beladen kilometers ²	Aantal Assen ¹	As configuratie ¹
Vrachtauto solo < 12 ton							
2,5 - 5,5	1,75	0,89	47%	144,5	75%	2	Enkel
5,5 - 9	3,25	1,96	21%	63,2	75%	2	Enkel
9 - 12	4	4,31	32%	97,0	75%	2	Enkel
			100%				
Vrachtauto solo > 12 ton							
12 - 16	6	4,31	42%	510,9	75%	2	Enkel
16 - 22	6,5	9,14	37%	449,8	69%	3	Enkel
22 - 30	8,5	13,96	13%	153,7	62%	3 à 4	Enkel
30 - 35	11	19,11	5%	59,2	52%	4	Enkel
35 - 45	13	25,76	3%	32,4	52%	4 à 5	Enkel
45 - 50	17	28,29	1%	11,3	48%	5	Enkel
			100%				
Vrachtauto combinatie > 12 ton							
12 - 16	5	3,20	0,6%	18,9	80%	3	Enkel
16 - 22	7	6,72	1,8%	53,6	76%	3	Enkel
22 - 33	11	6,54	2,6%	77,3	76%	3 à 4	Enkel
33 - 40	14	12,44	6,4%	190,8	74%	4	Enkel
40 - 45	16	15,55	8,5%	253,9	72%	4 à 5	Tan-, tridem
45 - 50	17	23,98	9,0%	268,1	64%	6	Tridem
Trekker met oplegger > 12 ton							
12 - 16	6	3,03	0,2%	6,3	60,0%	3	Enkel
16 - 22	8	7,00	2,7%	80,4	75%	3	Enkel
22 - 32	11	10,50	5,6%	167,2	80%	4	Tandem
32 - 38	12,5	13,57	12,4%	370,6	76%	4	Tandem
38 - 45	13,5	16,05	26,9%	805,8	75%	5	Tridem
45 - 50	14,5	24,90	23,4%	699,6	67%	6	Tridem
			100%				

¹ In ton (bron: inschatting TLN).

² Gewicht in ton en voertuigkilometers in mln (Bron: [CBS, 1996]).

³ Totaal voertuigkilometers op rijkswegen (in mln) van vrachtauto solo < 12 ton, vrachtauto solo > 12 ton en vrachtauto combinatie > 12 ton aangeleverd door CE en verdeeld over de categorieën op basis van gegevens in kolom 4; inclusief vkm's van buitenlanders op Nederlandse rijkswegen.

Zoals vermeld in de vorige paragraaf worden gebruiksaafhankelijke, aan verkeersongevallen gerelateerde, beheer- en onderhoudskosten toegedeeld op basis van conflicttabellen van het CBS, waarbij het aantal verkeersslachtoffers per betrokken voertuigcategorie als sleutel fungeert. Naarmate de ernst van het ongeval toeneemt, zullen immers ook de kosten van de te herstellen schade toemen. Als grove benadering van het relatief aantal ernstige ongevallen dat wordt

¹⁸ Voor de vrachtauto solo < 12 ton, vrachtauto solo > 12 ton en de vrachtauto combinatie > 12 ton bedroeg het aantal verreden kilometers op het hoofdwegenet voor 2002, respectievelijk 305, 1.217 en 2.993 mln.

veroorzaakt door de onderscheiden voertuigcategorieën, wordt het aantal verkeersslachtoffers gebruikt (zie tabel 9). De geluidweegfactoren benodigd voor de toedeling van gebruikafhankelijke, aan geluidwerende voorzieningen gerelateerde, onderhoudskosten zijn tevens samengevat in tabel 9.

tabel 9 Basisgegevens ten behoeve van de toedeling van gebruikafhankelijke onderhoudskosten gerelateerd aan verkeersongevallen

Voertuig	Aantal verkeersslachtoffers per jaar*	Geluidweegfactoren*
Goederenvervoer		
Vracht solo < 12 ton	27	3
Vracht solo > 12 ton	27	4,2
Vracht combinatie > 12t	42	5,5
Personenvervoer		
Auto	405	1,0
Bus	4,5	3,3
Touringcar	4,5	3,3
Motorfiets	28	4,2
Bestelauto	68	1,2

Bron: [INFRAS/IWW, 2003 en VROM, 2002]

* Buiten de bebouwde kom.

3.2.6 Gebruikafhankelijke kosten per voertuigcategorie

Aan de hand van de basisgegevens zijn de kosten toegedeeld aan de diverse voertuigcategorieën op basis van de verschillende cost drivers. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in twee tabellen. In tabel 10 zijn de berekende kosten in centen per kilometer gepresenteerd. In tabel 11 zijn de kosten in miljoenen Euro's weergegeven. Het aantal vrachtautocategorieën dat is gebruikt bij de toedeling van kosten is hoger dan in de tabellen weergegeven. De kosten per kilometer voor het goederenvervoer zijn gewogen gemiddelden van kosten per kilometer van verscheidene vrachtautocategorieën met als weegfactor het aantal verreken kilometers (zie bijlage D voor een rekenvoorbeeld). De gedetailleerde resultaten zijn eveneens in bijlage D opgenomen.

tabel 10 Gebruiksafhankelijke beheer- en onderhoudskosten (in cent per voertuigkilometer) in 2002

Voertuig	Kosten toegeedeeld naar:				Totaal per vkm
	A	B	C	D	
Goederenvervoer					
Vrachtauto solo < 12 ton	0,16	0,07	0,04	0,12	0,40
Vrachtauto solo > 12 ton	2,06	0,07	0,06	0,03	2,22
Vrachtauto combinatie > 12 ton	6,04	0,07	0,08	0,02	6,21
Trekker met oplegger > 12 ton	4,99	0,07	0,08	0,02	5,16
Personenvervoer					
Auto	0,00	0,07	0,01	0,01	0,10
Bus	3,13	0,07	0,05	0,52	3,77
Touringcar	4,46	0,07	0,05	0,06	4,64
Motorfiets	0,00	0,07	0,06	0,08	0,21
Bestelauto	0,01	0,07	0,02	0,02	0,12

A = Aantal verreden kilometers en voertuiggewicht.

B = Aantal verreden kilometers.

C = Geluidsproductie.

D = Aantal en ernst ongevallen; inclusief vkm's van buitenlanders op Nederlandse rijkswegen.

Lichte voertuigen krijgen, geheel conform verwachting, relatief lage kosten per kilometer toebedeeld, terwijl de zware vrachtauto's en het personenvervoer per bus relatief zwaar worden belast. Kosten van slijtage van het wegdek beslaan immers het grootste gedeelte van de totale gebruiksafhankelijke kosten, en deze kosten zijn grotendeels gerelateerd aan voertuiggewicht.

Wat vervolgens opvalt in tabel 10 is dat - binnen de categorie 'lichtere' voertuigen - de totale gebruiksafhankelijke kosten per kilometer voor de motorfiets hoger zijn dan voor de (bestel)auto. Dit komt doordat de (hogere) kosten van slijtage voor de (bestel)auto niet opwegen tegen de (hogere) kosten van geluidsproductie en de kosten op basis van (aantal) ongevallen waarbij een motorfiets is betrokken.

tabel 11 Gebruiksafhankelijke beheer- en onderhoudskosten in miljoenen Euro's (2002)

Voertuig	Kosten toegeedeeld naar:				Totaal in mln
	A	B	C	D	
Goederenvervoer					
Vrachtauto solo < 12 ton	0,49	0,21	0,14	0,37	1,2
Vrachtauto solo > 12 ton	25,09	0,86	0,76	0,37	27,1
Vrachtauto combinatie > 12 ton	52,11	0,61	0,71	0,16	53,6
Trekker met oplegger > 12 ton	106,30	1,50	1,75	0,41	110,0
Personenvervoer					
Auto	0,66	27,44	5,83	5,50	39,4
Bus	0,37	0,01	0,01	0,06	0,4
Touringcar	4,71	0,07	0,05	0,06	4,9
Motorfiets	0,00	0,34	0,31	0,38	1,0
Bestelauto	0,20	2,65	0,67	0,92	4,4
Totaal	190,0	33,7	10,2	8,2	242,1

A = Aantal verreden kilometers en voertuiggewicht.

B = Aantal verreden kilometers.

C = Geluidsproductie.

D = Aantal en ernst van ongevallen.

3.3 Waterwegen

3.3.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten rijkswaterwegen

Beheer en onderhoud van vaarwegen heeft niet alleen te maken met de vaarwegfunctie, maar ook met onder ander waterbeheer, milieudoelinden etc. Bovendien is slechts een deel van de vaarwegen, namelijk de binnenwateren, voor het onderzoek relevant. Kosten voor zeehavens en vaargeulen voor de zeescheepvaart blijven buiten beschouwing.

De totale O&B kosten voor de vaarwegfunctie op binnenwateren in beheer bij het Rijk bedragen in 2002 € 300 mln Dit bedrag is opgebouwd uit twee componenten:

- 1 Totale kosten exclusief bediening.
- 2 Bedieningskosten.

De totale uitgaven aan O&B voor waterbeheer en vaarwegen (*excl. bediening*) bedroegen in 2002 € 441 (Infrafonds, artikelen 02.02.03 en 02.02.04). Het CBS¹⁹ hanteert de stelregel dat 71% hiervan betrekking heeft op vaarwegen. Dit komt in hoge mate overeen met schattingen op basis van de programma-aanvragen van DWW²⁰. In totaal bedragen de O&B kosten voor de vaarwegfunctie dus € 313 mln. Van deze kosten heeft 20% betrekking op zeehavens en vaargeu-

¹⁹ Bron: [CBS, 2004].

²⁰ Hierbij moet in ogenschouw worden gehouden dat de uitgaven ten behoeve van vaarwegen niet geheel los te koppelen zijn van de uitgaven ten behoeve van waterbeheeren. DWW spreekt van 'koppelverkoop', het één kan niet zonder het ander.



len²¹, blijft over $0,80 \times 313 = \text{€ } 250$ mln voor de vaarwegfunctie van binnenvaarwegen.

De *kosten van bediening* voor rijkswateren in 2002 bedroegen in totaal € 55 mln. Uit [DWW, 2004] volgt dat bediening op vaarwegen nagenoeg volledig²² plaatsvindt vanwege de vaarfunctie en voor 90%²³ is toe te schrijven aan de binnenwateren. De overige 10% betreft bediening van vuurtorens en zeesluizen. De kosten van bediening voor binnenwateren in beheer bij het Rijk die we toerekenen aan scheepvaart bedragen dus € 50 mln.

In Bijlage F.1 vindt u een overzicht van de kosten van decentrale overheden, evenals een afpelschema waarin in tabelvorm is weergegeven hoe de vaste en gebruiksafhankelijke kosten voor de binnenvaart zijn berekend (zie ook paragraaf 3.3.2).

3.3.2 Gebruiksafhankelijk versus vast

Volgens de definitie uit het eerste deelrapport ('Definities en beprijzingsprincipes') zijn gebruiksafhankelijke kosten de kosten die veranderen als het verkeers- of vervoersvolume verandert bij gelijkblijvende capaciteit van infrastructuur. Zoals besproken in dat deelrapport hebben de gebruiksafhankelijke kosten bij vaarwegen betrekking op de volgende posten:

- a Scheepvaartbegeleiding²⁴.
- b Vaartuigen²⁵.
- c Bediening.

Ad a

De belangrijkste kosten met betrekking tot de post *Scheepvaartbegeleiding* hebben betrekking op enerzijds begeleidingsposten (circa 50%) en anderzijds betonning / bebakening (ook circa 50%). Betonning / bebakening dient onder meer het aangeven van de vaargeulen. Dit is al nodig bij kleine hoeveelheden verkeer. Hoewel het denkbaar is dat deze kosten deels stijgen bij grote hoeveelheden verkeer, scharen we deze kosten volledig onder de vaste kosten. De kosten van de begeleidingsposten daarentegen rekenen we als volledig gebruiksafhankelijk toe. Bij weinig verkeer is geen behoefte aan verkeersbegeleiding, bij veel verkeer wel.

²¹ Uit [DWW, 2004] volgt dat circa 80% van de kosten van O&B aan vaarwegen de binnenwateren betreft. De overige kosten hebben betrekking op zeesluizen en vaargeulen voor zeehavens.

²² Bediening ten behoeve van watermanagement etc. betreft vaak het uit- en aanzetten van bijvoorbeeld een pomp. Dit kost relatief weinig tijd. Bedieningskosten ten behoeve van afvoer bedragen naar inschatting van DWW 0,69% van de totale bedieningskosten.

²³ Dit volgt uit gedetailleerde berekeningen, [DWW, 2004].

²⁴ Scheepvaartbegeleiding omvat O&B van betonning, bebakening, lichtopstand, havenlichten, verkeersstekens, radarreflector masten, radarstations, vuurtoren, nautofoon, meetsysteem ten behoeve van scheepvaartbegeleiding en verkeers-/scheepvaartbegeleidingspost.

²⁵ De categorie vaartuigen heeft betrekking op O&B aan (rayon)vaartuigen, patrouillevaartuigen, pontons, (voet)veren, peilvletten, meetvaartuigen, etc.

Ad b

De post *Vaartuigen* heeft deels betrekking op patrouillevaartuigen. Deze worden ingezet om snel bij incidenten te zijn en voor monitoring- en inspectiedoeleinden. Bij veel verkeer zullen hiervoor meer schepen nodig zijn, in geval van weinig verkeer zijn er echter nog steeds schepen nodig. Het is niet eenvoudig vast te stellen welk deel van de kosten gebruiksafhankelijk is. We kiezen voor een pragmatische keuze van 50% gebruiksafhankelijk. Het betreft hier overigens slechts een kleine post²⁶.

Ad c

We beschouwen de kosten van *Bediening* als deels gebruiksafhankelijk. Hoewel de kosten van 24-uurs bediening van bruggen en sluizen niet meer kunnen toenemen in geval van een hoger verkeersvolume, zal men bij een (veel) lager verkeersvolume ervoor kiezen bruggen en sluizen slechts een gedeelte van de dag open te stellen. Kosten die veranderen bij een veranderend verkeersvolume zijn volgens de gehanteerde definitie gebruiksafhankelijk. Verandering van het bedieningsregime kan echter gevolgen hebben voor de capaciteit van de infrastructuur. Daarom is niet goed vast te stellen wanneer nog sprake is van gebruiksafhankelijkheid en wanneer capaciteitseffecten optreden. Voor de berekeningen is uitgegaan van 50% gebruiksafhankelijkheid.

Het gezamenlijke budget van de kostenposten scheepvaartbegeleiding en vaartuigen bedraagt naar schatting circa € 36 mln²⁷, waarvan € 29 mln voor scheepvaartbegeleiding en € 7 mln voor vaartuigen. De budgettaire kosten voor bediening bedragen € 50 mln (zie paragraaf 3.3.1).

Opvallend is dat de genoemde gebruiksafhankelijke posten voornamelijk beheerkosten betreffen. Discussie is mogelijk of (andere) onderhoudskosten ook een (deels) gebruiksafhankelijk karakter kennen. Uit een lopend onderzoek uitgevoerd door Ecorys komen aanwijzingen dat onderhoudskosten aan zachte oevers van rivieren²⁸ deels gebruiksafhankelijk kunnen zijn. Volgens DWW wordt slijtage aan zachte oevers echter hoofdzakelijk veroorzaakt door verschillen in het niveau van waterafvoer²⁹. Harde oevers worden uitgelegd op basis van het verwachte verkeersniveau, en dusdanig dat slijtage door verkeer geen rol speelt. Omdat Ecorys nog niet is toegekomen aan een kwantitatieve onderbouwing en

²⁶ Uitgaande van [DWW, 2003] betreft dit gemiddeld van 2005 tot 2009 in totaal circa € 8 mln, hiervan wordt slechts een deel toegerekend aan de binnenvaart.

²⁷ Over de hoogte van de kostenposten *vaartuigen* en *scheepvaartbegeleiding* over 2002 bestaat geen specifieke informatie. Om hier een inschatting van te maken, gebruiken we de programma-aanvragen voor de jaren 2005 tot en met 2009 van DWW. We nemen aan dat het aandeel van de gebruiksafhankelijke kosten in de programma-aanvragen gelijk zal zijn aan het aandeel van de gebruiksafhankelijke kosten in de gerealiseerde O&B-kosten. Het gemiddelde bedrag voor de programma-aanvragen met betrekking tot de functie vaarwegen bedraagt € 360 mln. Dit bedrag is nog inclusief de kosten voor zeehavens en vaargeulen. Van dit bedrag heeft (gemiddeld) € 41 betrekking op de kostenposten *vaartuigen* en *scheepvaartbegeleiding*. Geschaald naar de 313 mln wordt dit € 36 mln (29 mln scheepvaartbegeleiding plus 7 mln vaartuigen).

²⁸ Het bedrag in de programma-aanvragen dat gereserveerd is voor oevers loopt tussen 2005 en 2009 op van € 27 mln tot € 46 mln. Hiervan is circa 65% gereserveerd voor de subcategorie 'Oevers en dijken'. Onderhoud aan zachte oevers zal op zijn beurt slechts een deel van de uitgaven in deze subcategorie uitmaken.

²⁹ Bron: [DWW 2004].



we de redenatie van DWW plausibel achten, veronderstellen we deze kosten niet-gebruiksafhankelijk.

Soms bestaat het idee dat ook baggerkosten gebruiksafhankelijk zouden zijn, omdat het uitdiepen van vaarwegen de passage van grote schepen ten goede komt. Het laatste is zeker zo, maar het eerste berust op een misverstand. Het is immers niet zo dat (grote) schepen (extra) onderhoudskosten *veroorzaken*. In de definitie van gebruiksafhankelijkheid die in deze studie gehanteerd wordt en die in het begin van deze paragraaf is toegelicht, is het veroorzaken van schade, c.q. onderhoudskosten, juist een cruciaal element.

3.3.3 Toedeling gebruiksafhankelijke kosten o.b.v. cost drivers

Toedeling van kostenposten scheepvaartbegeleiding en vaartuigen

De directe cost drivers voor het gebruiksafhankelijke deel van de kosten van *scheepvaartbegeleiding* (begeleidingskosten) zijn onder meer het aantal posten en de tijden van openstelling. Uiteindelijk is het echter de hoeveelheid verkeer die in hoge mate de hoogte van deze kostenpost bepaalt. Hoe meer kilometers een schip maakt, of hoe vaker een schip passeert, hoe meer het gebruik zal maken van scheepvaartbegeleiding. We rekenen de gebruiksafhankelijke kosten van scheepvaartbegeleiding daarom toe op basis van vaartuigkilometers.

Ook voor het gebruiksafhankelijke deel van de kosten aan *vaartuigen* geldt dat de directe cost drivers (zoals aantal vaartuigen en de inzet daarvan) uiteindelijk voornamelijk worden beïnvloed door de hoeveelheid verkeer. We rekenen daarom ook het gebruiksafhankelijke deel van deze kostenpost toe op basis van vaartuigkilometers.

Omdat informatie over het aantal vaartuigkilometers niet beschikbaar is voor de recreatievaart, moet een schatting van de vaartuigkilometerverdeling tussen binnenvaart en recreatievaart worden gemaakt. Bij wijze van benadering van vaartuigkilometers baseren we ons op het aantal *passages* van recreatievaart en binnenvaart, zoals deze zijn verzameld in [AVV/CBS, 2002]. We nemen aan dat het aandeel passages van binnenvaart (resp. recreatievaart) representatief is voor het aandeel in de totaal afgelegde voertuigkilometers op binnenvaarwegen. De cijfers zijn gebaseerd op een (representatieve) selectie van vaarwegen. In de tabel in bijlage E staan de geschatte aandelen van recreatievaart en binnenvaart van het totaal aantal voertuigkilometers op de verschillende typen vaarwegen die DWW onderscheidt.

De gebruiksafhankelijke kosten van scheepvaartbegeleiding en vaartuigen, zoals eerder gedefinieerd, zijn per type vaarweg bekend. Ook de verhouding tussen binnenvaart en recreatievaart (op basis van aantal passages) is per type vaarweg bekend. Op die manier kan een vrij exacte toedeling van deze kostenposten plaatsvinden, via de verschillende typen vaarwegen, naar binnenvaart en recreatievaart.

Van de € 36 mln voor scheepvaartbegeleiding en vaartuigen heeft circa 80% betrekking op de binnenwateren, de overige kosten hebben betrekking op vaargeu-

len en zeehavens. Daarnaast is het percentage gebruikafhankelijk 50%. In totaal bedragen de gebruikafhankelijke kosten toe te rekenen aan het verkeer over de binnenwateren dus circa $0,80 * 0,50 * € 18 \text{ mln} = € 14,4 \text{ mln}$.

In tabel 12 zijn de gebruikafhankelijke kosten per type vaarweg uitgesplitst. Tussen haken zijn de relatieve aandelen van binnenvaart en recreatievaart opgenomen op basis van aantal passages.

tabel 12 Gebruikafhankelijke kosten voor binnenvaarwegen 1) (scheepvaartbegeleiding en vaartuigen), gepresenteerd naar type vaarweg (in mln €)

	Hoofdtransportassen (VW1)	Hoofdvaarwegen (VW2)	Overige vaarwegen (VW3)	Totaal rijksvaarwegen
Scheepvaartbegeleiding	9,1	1,4	1,1	11,6
Vaartuigen	2,2	0,6	0,0	2,8
Totaal	11,3	2,0	1,1	14,4
W.v. binnenvaart	7,9	1,3	0,2	9,4
(Verhouding binnenvaart recreatievaart) 2)	(70 : 30)	(63 : 37)	(16 : 84)	

Bron: Percentages: Bewerking [DWW 2004].

- 1) De bedragen zijn teruggeschaald voor het aandeel binnenwateren (80%) in totale O&B-kosten van scheepvaartbegeleiding en vaartuigen (€ 313 mln).
- 2) O.b.v. aantal passages, zie bijlage E.

Toedeling van bedieningskosten

De bedieningskosten bedroegen in 2002 € 50 mln (zie paragraaf 3.3.1). Zoals toegelicht in paragraaf 3.3.2 nemen we aan dat de helft gebruikafhankelijk is. Over de wijze waarop de bedieningskosten naar binnenvaart en recreatievaart kunnen worden toegedeeld is weinig bekend. Er is weinig recreatievaart in de winter en tijdens de dure nachtelijke uren. Een inschatting van DWW is dat 20% van de kosten moeten worden toegerekend aan recreatievaart en 80% aan de binnenvaart. Bij gebrek aan een meer nauwkeurige inschatting maken we van deze cijfers gebruik. De gebruikafhankelijke bedieningskosten worden derhalve voor (afgerond) € 20 mln aan de binnenvaart toegerekend.

In tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de gebruikafhankelijke kosten aan rijkswateren die aan de binnenvaart over binnenwateren zijn toe te rekenen.

tabel 13 Gebruikafhankelijke O&B-kosten rijkswateren 2002 (in mln €)

Kostenpost	Binnenvaart	Recreatievaart	Totaal
Scheepvaartbegeleiding en vaartuigen	9	5	14
Bediening	20	5	25
<i>Totaal</i>	<i>29</i>	<i>10</i>	<i>39</i>

3.3.4 Gebruiksafhankelijke kosten per vaartuigcategorie

De gebruiksafhankelijke kosten rekenen we toe aan binnenvaart en recreatievaart op basis van vaartuigkilometers (zie tabel 15). Dit komt neer op 29 / 54,8 = € 0,53 per vaartuigkilometer aan gebruiksafhankelijke O&B kosten in de binnenvaart.

tabel 14 Verkeersprestaties op het water (miljoenen vkm's; tussen haken in %)¹⁾

	Binnenvaart ³⁾	Recreatievaart	Totaal
Rijksvaarwegen ²⁾	54,8 (60%)	37,0 (40%)	91,8
Overige vaarwegen	12,1 (16%)	63,6 (84%)	75,7
Totaal	66,9	100,5	167,4

1) Bron van kilometrages: [AVV, 2004]; inclusief vkm's van buitenlandse schepen op Nederlandse rijkswateren.

2) Percentages berekend op basis van passages, zie bijlage E.

3) 54,8 mln kilometer op rijkswateren o.b.v. AVV, uit persoonlijke communicatie met Ernst Bolt, april-mei 2004.

In tabel 15 worden de belangrijkste gegevens samengevat. Toegevoegd is een uitsplitsing naar wateren die onder de Acte van Mannheim vallen (i.c. het stroomgebied van de Rijn, voorzover op Nederlands grondgebied) en niet-Actewateren.

tabel 15 Toedeling onderhoud- en beheerkosten rijksvaarwegen (mln €) en kosten per vkm* (in €) (cijfers 2002)

	Totale kosten	Gebruiksafhankelijke kosten	Waarvan goederen vervoer	Waarvan recreatievaart	Kosten (per vkm) (in €)
O&B-kosten ¹⁾	250	14	9	5	
W.v. t.b.v. Actewateren ²⁾	(45)	(3)	(2)	(1)	
W.v. t.b.v. niet-Actewateren	(205)	(11)	(7)	(4)	
Bedieningskosten	50	25	20	5	
W.v. t.b.v. Actewateren ²⁾	(10)	(5)	(4)	(1)	
W.v. t.b.v. niet-Actewateren	(40)	(20)	(16)	(4)	
Totaal Rijk	300	39	29	10	
W.v. t.b.v. Actewateren ²⁾	(55)	(8)	(6)	(2)	
W.v. t.b.v. niet-Actewateren	(245)	(31)	(23)	(8)	
(Totaal dec. overheden)	(118)	(13)	(2)	(11)	
Binnenvaartschepen					0,53
Recreatievaartuigen ³⁾					0,27

* Inclusief vkm's van buitenlandse schepen op Nederlandse rijkswateren.

1) Totale kosten O&B rijkswateren, betrekking hebbende op vaarwegen en specifiek de binnenwateren, exclusief bediening.

2) Gegevens over de Actewateren: DWW.

3) Dit betreft een indicatief niveau, berekend door de gebruiksafhankelijke kosten recreatievaart (€ 10 mln, zie tabel 12) te delen door 37 mln km (zie tabel 14).

3.4 Spoorwegen

3.4.1 Omvang beheer- en onderhoudskosten spoorwegen

De totale uitgaven aan onderhoud en beheer op het spoor bedroegen in 2002 € 803 mln. Deze zijn gedekt uit de som van de gebruiksvergoeding (€ 59 mln) en de betreffende middelen uit het Infrastructuurfonds 2004 (artikel 01.02.04 = € 655 mln), vermeerderd met de middelen voor Railverkeersleiding en Railed (respectievelijk € 70,6 en €18,7 mln)³⁰.

Zoals in paragraaf 3.1 geschetst is ook voor het spoor gebruik gemaakt van inzichten uit een genormeerde kostenbenadering. In dit geval is uitgegaan van normcalculatie voor het scenario 'Niet verder wegglijden', zie [ProRail, 2003a]³¹. Dit betreft een voorstel van ProRail dat is voorgelegd aan V&W en aan de NMA, en dat derhalve ten tijde van dit onderzoek geen formele status heeft.

Het totale normbedrag voor onderhoud en beheer aan spoor bedraagt € 982 mln. Het gaat dan om de volgende drie diensten, behorend tot ProRail:

- a Railinfrabeheer, verantwoordelijk voor de instandhouding van en het onderhoud aan spoorwegen. Totale uitgaven bedragen € 878 mln³².
- b Railverkeersleiding, regelt de treinenloop vlak voor en tijdens de uitvoering. Totale uitgaven € 86 mln.
- c Railed, dat zich bezig houdt met de capaciteitsplanning en –toewijzing en de onderhandelingen met vervoerders. Totale uitgaven € 18 mln.

Met het oog op de gelijke behandeling van de verschillende vervoermodaliteiten wordt het (genormeerde) kostenniveau (€ 982 mln) teruggeschaald naar het feitelijke uitgavenniveau in 2002 (€ 803 mln). Dit gebeurt pas aan het einde van deze paragraaf. In eerste instantie wordt dus de kostentoedeling gebaseerd op het genormeerde kostenniveau van € 982 mln. Deze toegedeelde kosten worden aan het slot van de paragraaf teruggeschaald naar het uitgavenniveau van 2002 (€ 803 mln).

3.4.2 Gebruiksafhankelijk versus vast

In tabel 16 zijn de percentages gebruiksafhankelijk per kostenpost opgenomen zoals deze zijn gepresenteerd in deelonderzoek 1 (Definities en beprijzingsprincipes). In tabel 16 staan alleen de kostenposten die voor een deel gebruiksafhankelijk zijn. Kostenposten die geheel vast zijn, zijn hierin dan ook niet meegenomen.

³⁰ De genoemde bedragen voor Railverkeersleiding en Railed zijn afkomstig uit de Jaarovereenkomsten met deze organisaties voor het jaar 2002.

³¹ 'Niet verder wegglijden' was één van de drie scenario's voor beheer en onderhoud die ProRail had opgenomen in de subsidieaanvraag voor 2003. Het was het scenario met de laagste beheer- en onderhoudskosten.

³² De uitgaven van Railinfrabeheer bedragen € 965 mln. Dit bedrag corrigeren we voor de normcalculatie voor de posten afschrijvingen (€ 86 mln), conform advies ProRail (omdat dit hoofdzakelijk betrekking heeft op aanleg), overige bedrijfsopbrengsten (-/- € 12 mln), innovatie (€ 6 mln) en compensatie NS reizigers (€ 7 mln).



tabel 16 Gebruiksafhankelijke kosten posten: mate en absolute omvang van gebruiksafhankelijkheid

Kostenpost	Dienst	Gebruiksafhankelijk	Normpercentage gebruiksafhankelijk (%) ¹⁾	Normbedrag totaal (mln €)	Normbedrag gebruiksafhankelijk (mln €)
Beheer	Railinfra-beheer	Deels	18,1%	71,00	12,85
Grootsch. onderhoud	Idem	Deels	22,1%	128,00	28,29
Kleinschalig onderhoud	Idem	Deels	28,9%	241,00	69,65
Lonen en salarissen	Idem	Deels	16,4%	80,00	13,12
Overige bedrijfslasten	Idem	Deels	13,4%	0,00	0,00
Sociale lasten	Idem	Deels	16,4%	0,00	0,00
Transfer stations	Idem	Deels	31,5%	60,00	18,90
Transport Railinfra-beheer ²⁾	Idem	Volledig	100,0%	27,88	27,88
Vernieuwing ³⁾	Idem	³⁾	³⁾	190,00 ³⁾	83,00 ³⁾
<i>Totaal Railinfra-beheer</i>				<i>798,00</i>	<i>253,80</i>
Verkeersleiding	Rail-verkeers-leiding	Nee	0%	12,02	0,00
Treindienstleiding	Idem	Deels	69,5%	46,46	32,28
Calamiteitenorganisatie	Idem	Deels	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Omroep	Idem	Ja	100,0%	10,50	10,50
Heuvelprocesleiding	Idem	Deels	51,1%	0,43	0,22
Postenbediening	Idem	Nee	0%	4,34	0,00
Niet centraal bediende gebieden (NCGB)	Idem	Ja	100,0%	5,00	5,00
<i>Totaal Railverkeersleiding</i>				<i>78,75</i>	<i>48,00</i>
Toewijzing en lokaal plan	Railned	Deels	15,5%	6,45	1,00
<i>Totaal</i>					<i>302,69</i>

Bron: [ProRail, 2003a], Dit betreft een voorstel van ProRail dat is voorgelegd aan V&W en aan de NMA en dat derhalve ten tijde van dit onderzoek geen formele status heeft.

- 1) Genoemde percentages gebruiksafhankelijk gelden bij een bepaalde klasse van vervoersverandering, namelijk maximaal +/- 5%.
- 2) Deze post heeft betrekking op de kosten van transport van elektriciteit. Deze dienst werd in 2002 niet door ProRail, maar door een andere partij geleverd. Vanaf 2004 gebeurt dit echter door ProRail.
- 3) Afwijkend van [ProRail, 2003a], zie verder paragraaf 3.4.3.

De indeling gehanteerd in tabel 16 houdt nog geen verband met cost drivers. Zoals beschreven in het eerste deelrapport wordt er naast de indeling in kostensoorten tevens een indeling in dienstencategorieën gehanteerd conform EU Richtlijn 2001/14. Voor het berekenen van de hoogte van de gebruiksafhankelijke kosten naar cost driver hebben we gebruik gemaakt van een doorsnede van beide kostenstructuren, die te vinden is in [ProRail, 2003a].

De cijfers in tabel 17 geven weer hoe de kosten in de verschillende kostenposten (beheer, grootschalig onderhoud, etc) van Railinfra-beheer verdeeld zijn over de dienstencategorieën (beveiliging etc., baan en kunstwerken, energievoorziening, etc).

tabel 17 Normkosten Railinfrabeheer naar dienstencategorie en kostenpost (in mln €), exclusief vernieuwingskosten ¹⁾

Dienstencategorie	Beheer	Grootschalig onderhoud	Kleinschalig onderhoud	Lonen en salarissen	Transfer	Transport	Totaal gebruiksafhankelijk
Categorie 1							
Beveiliging, posten, overwegen en telecommunicatie	3,90	5,01	17,22	2,74	0,00		28,87
Baan en kunstwerken	7,08	17,82	43,96	7,45	0,00		76,31
Categorie 2							
Energievoorziening	0,94	4,50	6,04	1,02	0,00	27,88	40,38
Stationscomplex	0,00	0,00	0,00	1,47	18,90		20,37
Vrachtterminals	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00		0,08
Rangeerstations	0,15	0,29	0,75	0,13	0,00		1,31
Vormingsstations	0,67	0,37	1,04	0,20	0,00		2,28
Remisestations	0,05	0,03	0,06	0,04	0,00		0,19
Onderhoudsinfra	0,03	0,08	0,19	0,03	0,00		0,32
Totaal	12,83	28,12	69,31	13,08	18,90	27,88	170

Bron: [ProRail, 2003a], met uitzondering van transport- en vernieuwingskosten.

1) Zie paragraaf 3.4.3.

In paragraaf 3.4.4. worden de kostenposten van Railverkeersleiding en Railed toegevoegd en worden vervolgens alle kostenposten gegroepeerd naar gelang de cost driver die erop van toepassing is. Hierna besteden we eerst aandacht aan één specifieke kostenpost: de kosten van vernieuwing.

3.4.3 Kosten van vernieuwing

Vernieuwingskosten worden gedragen door Railinfrabeheer en hebben onder andere betrekking op de kosten van vervanging van spoorstaven aan het einde van de technische levensduur. Het gaat overigens niet alleen om spoorstaven, maar ook om de zogenaamde onderbouw: dwarsliggers, basalt en wissels. Zie ook deelrapport 1 (Definities en beprijzingsprincipes).



Vervanging van spoorstaven e.d. doet zich voor na een (lange) periode, die kan variëren van 18 tot meer dan 30 jaar³³. Die periode wordt grotendeels bepaald door de gebruiksklasse waarop het spoor ontworpen is, deels hangt die periode af van de intensiteit van gebruik.

Bij het bepalen van de wijze en het moment van vernieuwing wordt in de praktijk gewerkt met gebruiksklassen. De gebruiksklasse van een spoortraject bepaalt het moment van vernieuwing en tevens hoe zwaar het spoor moet worden uitgerust. Het gebruik is dus van invloed op de kosten van vernieuwing door zowel de uitgaven per keer (een zwaardere uitrusting is duurder) als door de frequentie van vernieuwing.

Zoals voor veel onderhoud- en beheerkosten is ook in het geval van vernieuwing in de praktijk het verband tussen de hoogte van de kosten en de intensiteit van gebruik niet-lineair. Bij vernieuwingskosten wordt deze niet-lineariteit bepaald door de definitie van gebruiksklassen. Dit doet echter niets af aan het feit dat in een kostprijsbenadering de jaarlijkse vernieuwingskosten hoger zijn, indien het betreffende traject intensiever gebruikt wordt.

Mede omdat de definitie van gebruiksafhankelijkheid³⁴, zoals vastgesteld in de definitiefase van deze studie, niet afhangt van de termijn, worden vernieuwingskosten in dit rapport als (deels) gebruiksafhankelijk beschouwd. Ook de Europese Commissie sluit deze mogelijkheid niet uit. In het Witboek van 1998, waarin vernieuwingskosten expliciet als voorbeeld van variabele kosten worden genoemd.

De tekst van Richtlijn 2001/14 spreekt van (het doorberekenen van) kosten die rechtstreeks voortvloeien uit de treindienst. Omtrent de interpretatie van dit artikel bestaan verschillen van inzicht. Het DG TREN (Transport en Energie) van de Europese Commissie gaat binnenkort in de nieuw voorziene *rail charging task force* nader onderzoek doen naar de interpretatie van de Richtlijn en (onder andere) ook naar de vraag of vernieuwingskosten als gebruiksafhankelijk moeten worden beschouwd.

Ook buiten de Europese context bestaat steun voor de opvatting dat vernieuwingskosten tenminste deels een gebruiksafhankelijk karakter hebben, wat onder meer blijkt uit een aantal (internationale) onderzoeken op dit terrein (zie verder bijlage G).

Anderzijds zijn er ook vele studies die vernieuwingskosten als vast beschouwen. We merken hier op dat het Ministerie van V&W de kosten van vernieuwing beschouwt als *niet* gebruiksafhankelijk, omdat de gebruiksafhankelijkheid betrekking heeft op een zeer lange termijn. Tot dusver is het niet gebruikelijk om bij de bepaling van gebruiksafhankelijke kosten van een dergelijk lange termijn uit te

³³ Het Ministerie van V&W wijst erop dat de UIC momenteel een studie uitvoert naar de levensduur van spoorcomponenten. De uitkomsten hiervan zijn op moment van schrijven dit rapport nog niet bekend.

³⁴ Definitie gebruiksafhankelijke O&B-kosten: 'O&B-kosten die veranderen als het verkeers- of vervoersvolume (voertuigkm, tonkm, passages) verandert bij gelijkblijvende capaciteit van infrastructuur', zie deelrapport 1, Definities en beprijzingsprincipes.

gaan. Zoals gezegd heeft de Europese Commissie nader onderzoek op dit gebied geëntameerd. Indien binnen de EU de inzichten veranderen, zal V&W zijn zienswijze herevalueren. [ProRail, 2003] gaat ervan uit dat kosten van vernieuwing niet gebruiksafhankelijk zijn zolang de verandering van de vervoersvraag niet meer dan 5% is.

Indien uitgegaan wordt van een definitie van gebruiksafhankelijkheid, die ook de lange termijn omvat, dienen naast de vernieuwingskosten spoor ook de kosten van vernieuwing van kunstwerken op eventueel gebruiksafhankelijkheid te worden onderzocht. Dat laatste geldt overigens niet alleen voor het spoor, maar ook voor de andere modaliteiten. Over de gebruiksafhankelijkheid van vernieuwingskosten van kunstwerken is echter geen informatie bekend. Vernieuwingskosten van kunstwerken zijn in deze studie als vaste kosten meegenomen.

Vervolgens is de vraag in welke mate vernieuwingskosten gebruiksafhankelijk kunnen worden geacht. We beschikken hier onder andere over een onderzoek naar vernieuwingskosten voor het Britse spoor. [BAH, 2000] heeft voor verschillende kosten die onderdeel vormen van vernieuwing, een aanbeveling gedaan met betrekking tot het te hanteren percentage gebruiksafhankelijkheid (zie tabel 18).

tabel 18 Variabele kosten van infrastructuur

Vernieuwing	Percentage variabele kosten
Spoor	95
Dwarsliggers	25
Ballast	30
Wissels	25

Bron: Bewerking tabel 5, [BAH, 2000].

Het is onduidelijk in hoeverre de aanbevelingen uit [BAH, 2000] representatief zijn voor een inschatting van het gebruiksafhankelijke deel van de vernieuwingskosten op het Nederlandse gemengde net. Zo wordt het Britse net b.v. minder zwaar belast dan het Nederlandse. Echter, bij gebrek aan meer nauwkeurige informatie baseren we ons op deze bron. Hierbij moet worden opgemerkt dat de cijfers een hoge mate van onzekerheid kennen, en dat het zeker de aanbeveling verdient hier nader onderzoek naar te doen.

Wij beschikken niet over een onderbouwde inschatting voor de verdeling van de vernieuwingskosten over de posten spoor, dwarsliggers, ballast en wissels. Bij wijze van rekenveronderstelling gaan we ervan uit dat deze vier posten allen een even groot aandeel in de totale vernieuwingskosten. Het gewogen gemiddelde percentage komt dan uit op 44%. Gegeven de geschatte omvang van vernieuwingskosten van € 190 mln - het betreft hier wederom (geraamde) normkosten - is circa € 83 mln daarvan gebruiksafhankelijk.

Zoals gezegd wijkt de in deze studie gevolgde lijn voor gebruiksfafhankelijkheid van vernieuwingskosten, af van de definitie die door Ministerie van V&W gehanteerd wordt.

Derhalve worden in dit rapport de effecten van de vernieuwingskosten apart in beeld gebracht, zodat ook de resultaten getoond worden voor de situatie waarbij de vernieuwingskosten volledig als vaste O&B-kosten worden beschouwd.

3.4.4 Indeling van gebruiksfafhankelijke kosten naar kostenposten

De gebruiksfafhankelijke onderhoud- en beheerkosten op het spoor groeperen we in 5 klassen, afhankelijk van de cost driver op basis waarvan we voorstellen ze toe te rekenen.

Baan en kunstwerken, bestaande uit de posten:

- baan en kunstwerken;
- vernieuwing.

Stations

- stationscomplex;
- omroepinstallatie.

Spoor en treindienstleiding

- beveiliging, posten, overwegen en telecommunicatie;
- treindienstleiding;
- niet Centraal Bediende Gebieden;
- toewijzing en lokaal plan;
- heuvelprocesleiding.

Energievoorziening

- energievoorziening.

Overig categorie 2

- vrachtterminals;
- rangeerstations;
- vormingsstations;
- remisestations;
- onderhoudsinfra.

De voornaamste cost drivers van de gebruiksfafhankelijke kosten aan *stations* zijn het schoonmaakregime, energie, sociale veiligheid en de inzet van personeel. Het eerste zal voornamelijk bepaald worden door het aantal reizigers en het tweede in hoge mate door het aantal treinen dat het station aandoet. Omdat deze kosten betrekking hebben op personenvervoer, gaan we hier niet verder op in. De gebruiksfafhankelijke kosten van *stations* rekenen we toe aan de gebruikers hiervan, personenvervoer, op basis van het aantal haltingen (stops op stations).

De cost drivers van *spoor en treindienstleiding* hangen in hoge mate samen met het aantal treinkilometers. De gebruiksafhankelijke kosten rekenen we derhalve toe op basis van treinkilometers.

Onder de kosten van *energievoorziening* vallen alleen de kosten met betrekking tot de levering van elektriciteit, zoals slijtage aan de bovenleiding en de kosten van transport van elektrische energie naar de bovenleiding. De kosten van de elektriciteit zelf zijn hier niet bij inbegrepen. Het aantal afgenomen kWh is een voornamelijk cost driver voor de transportkosten van energie. Cost driver van slijtage aan de bovenleiding is het aantal pantograafkilometers. Deze kosten maken maar een beperkt deel uit van de kosten van energievoorziening. Het is daarnaast uit praktische overwegingen³⁵ eenvoudiger kosten toe te rekenen op basis van afgenomen kWh, derhalve kiezen we voor deze optie.

Cost drivers van de kosten onder *overig categorie 2* lopen uiteen. Over het algemeen is het gebruik van deze voorzieningen een voornamelijk cost driver. Hierover is echter weinig bekend. Omdat deze kostenposten slechts een klein aandeel hebben in de totale O&B normkosten aan het spoor (omvang 'Overig categorie 2': € 13,4 mln, waarvan € 4,2 mln gebruiksafhankelijk) kiezen we voor een pragmatische toerekening op basis van het aantal treinkilometers.

Op de cost drivers en toerekening van de kosten aan *baan en kunstwerken* gaan we in de volgende paragraaf in.

3.4.5 Toedeling kostenpost baan en kunstwerken op basis van cost drivers

De gebruiksafhankelijke kosten aan *baan en kunstwerken* worden veroorzaakt door slijtage. De voornaamste cost drivers die bepalen hoeveel slijtage een trein veroorzaakt, zijn aslast en snelheid (zie deelstudie 1, paragraaf 7.2).

Over de fysische relatie tussen deze variabelen en de kosten van O&B is voor de Nederlandse situatie weinig informatie beschikbaar. De meest directe cost drivers op het spoor - aslasten en snelheid - konden daardoor niet goed onderzocht worden. ProRail hanteert een benadering waarbij enerzijds aslasten via tonkilometers op proportionele wijze worden meegenomen en anderzijds snelheid niet wordt meegenomen [ProRail, 2003a].

Een andere mogelijkheid is om de betreffende formule uit [BAH, 1999] toe te passen. Volgens deze formule is het aandeel in kosten proportioneel met het product van de aslast tot de macht 1,442 en snelheid³⁶ tot de macht 0,365. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het onzeker is of dit verband ook geldig is voor de Nederlandse situatie. Bovendien dienen in dat geval categorieën³⁷ te worden gedefinieerd op basis van de combinatie snelheid en tonnage, waarbij voor iedere categorie bekend moet zijn wat het aandeel in het totale treinkilometrage in Nederland is.

³⁵ Met hoeveel pantografen een elektrische trein rijdt wordt door ProRail niet bijgehouden.

³⁶ Snelheid wordt in deze studie gedefinieerd als 'technical operating speed'.

³⁷ Het gebruik van categorieën geeft een benadering. Correcter zou zijn om op basis van snelheid en tonnage van iedere individuele trein toe te delen, maar dat is in het kader van deze studie niet haalbaar.

We hebben onderzocht of beide benaderingen in de Nederlandse situatie tot grote verschillen zouden leiden wat betreft de toedeling van kosten aan personen- resp. goederenvervoer (zie bijlage H). De conclusie is, dat hoewel de ProRail en BAH-methodiek leiden tot een verschillende toedeling van de kosten voor met name lege treinen, dit in de praktijk niet leidt tot substantiële verschillen tussen beide methodieken in het aandeel in de kosten dat aan goederenvervoer dan wel personenvervoer wordt toegerekend.

Naast de toedeling van de kosten volgens ProRail en de formule uit [BAH, 1999] hebben we gekeken naar de *Duitse systematiek*³⁸. Opgemerkt wordt dat het Duitse alternatief niet gebaseerd is op een direct verband tussen de kosten en de gerealiseerde snelheid. Min of meer los van de kosten wordt in de beprijzingssystematiek een verband gelegd tussen snelheid en gebruiksvergoeding (zie bijlage I).

In deze studie volgen we derhalve de simplificatie uit [ProRail, 2003a] voor de toedeling van de gebruiksafhankelijke kosten met betrekking tot slijtage. Dit komt neer op toedeling op basis van aslasten dan wel tonnage³⁹. Bij de keuze voor deze toedeling speelt ook nog een rol dat het meten van de snelheden van treinen in Nederland op dit moment niet goed mogelijk is⁴⁰. Toedeling op basis van berekende gemiddelde snelheden uit de dienstregeling houdt geen rekening met zogenaamde niet-commerciële stops⁴¹ (met als gevolg een lagere gemiddelde snelheid).

Het verdient de aanbeveling om de exacte relatie tussen enerzijds gebruikskennmerken zoals snelheid en aslast en spoor karakteristieken zoals ballast en ondergrond en anderzijds onderhoudskosten voor de Nederlandse situatie nader te onderzoeken.

3.4.6 Hoogte van de kostenposten

In deze paragraaf presenteren we de hoogte van de gebruiksafhankelijke kosten aan de hand van de cijfers uit tabel 16 en tabel 17.

Baan en kunstwerken

De gebruiksafhankelijke kosten aan *baan en kunstwerken* hebben betrekking op de dienstencategorie baan en kunstwerken en op vernieuwing. Uit tabel 17 lezen we af dat het eerste in 2002 bij benadering € 76,3 mln bedraagt.

Hierbij komen nog de gebruiksafhankelijke kosten van vernieuwing. Zoals beargumenteerd in paragraaf 3.4.3 schatten we dat € 83,1 mln hiervan gebruiksafhankelijk is. De totale gebruiksafhankelijke kosten aan baan en kunstwerken berekenen we aldus op € 159,4 mln.

³⁸ Zie www.db.de.

³⁹ Kosten worden toegerekend op basis van tonkilometers. Omdat in de simplificatie de relatie lineair wordt verondersteld, komt dit overeen met een toedeling op basis van aslast.

⁴⁰ Momenteel is het meten van de snelheid alleen mogelijk op 40 locaties waar de aslasten worden gemeten.

⁴¹ Deze dienen om de dienstregeling voldoende betrouwbaar/uitvoerbaar te maken.

Stations

Uit tabel 17 halen we dat de gebruiksafhankelijke kosten van stations circa € 20,4 mln bedragen, de kosten van de omroepinstallatie bedragen circa € 10,5 mln (tabel 16), gezamenlijk € 30,9 mln.

Spoor en treindienstregeling

De gebruiksafhankelijke kosten van *spoor en treindienstregeling* etc. bedragen circa € 67,1 mln. Hiervan heeft € 28,9 mln betrekking op de gebruiksafhankelijke kosten van beveiliging etc., € 32 mln van de treindienstleiding en € 5 en € 1 mln van respectievelijk toedeling en niet centraal bediende gebieden. De kosten van de heuvelprocesleiding bedragen € 0,2 mln.

Energievoorziening

De gebruiksafhankelijke kosten van de energievoorziening bedragen € 40,4 mln, de som van de posten transport Railinfrabeheer (€ 27,9 mln) en energievoorziening (€ 12,5 mln).

Overig categorie 2

Onder 'overig categorie 2' (tabel 15) scharen we de overige vijf gebruiksafhankelijke kostenposten die bij elkaar circa € 4,2 mln bedragen. Strikt genomen dienen deze kosten toegedeeld te worden op basis van het aantal keren dat van de betreffende activiteit gebruik wordt gemaakt. Ook gelet op de omvang worden de kosten toegedeeld naar treinkilometers.

Eén en ander is, tezamen met de kosten per kilometer en de toedeling tussen personen en goederen, samengevat in tabel 21 in paragraaf 3.4.7.

3.4.7 Gebruiksafhankelijke kosten per voertuigcategorie

Voor de toerekening hebben we informatie nodig omtrent het aantal treinkilometers en tonkilometers van personen- en goederenvervoer. Hiervoor gebruiken we de volgende gegevens.

tabel 19 Verkeers- en vervoersprestatie spoor 2002 (mln) ¹⁾

	Personen	Goederen	Overige ondernemingen en onbekend
Treinkilometers totaal (realisatie)	118,2	10,2	0,5
Treinkilometers facturabel (realisatie)	110,0	8,3	0,0
Bruto tonkilometers (inclusief Treingewicht, raming)	38.100	9.700	Onbekend

Bron: Treinkilometers: [ProRail, 2003b].

Tonkilometers: Verwachting bruto tonkilometers voor 2003, bron: ProRail.

¹⁾ Inclusief de verkeers- en vervoersprestaties van buitenlandse vervoerders op Nederlands spoor.

Voor de berekeningen hebben we ook een inschatting nodig hoeveel kilometers elektrisch en op diesel worden afgelegd. Hierover is geen nauwkeurige informatie

beschikbaar. We nemen aan dat 12,5% van het personenvervoer⁴² en 74% van het goederenvervoer⁴³ m.b.v. dieseltreinen plaatsvindt. Dit levert de verkeersprestatie als in tabel 20 op.

tabel 20 Verkeersprestatie treinen naar type voortstuwing (mln km)¹⁾

	Personentrein	Goederentrein ²⁾
Elektrisch	103,4	2,6
Diesel	14,8	7,6
Totaal	118,2	10,2

Bron: [Railion, 2004 en RIVM, 2002].

- 1) Inclusief de verkeers- en vervoersprestaties van buitenlandse vervoerders op Nederlands spoor.
- 2) De verdeling voor goederenvervoer is gemaakt op basis van informatie aangeleverd door Wim Bouterse van Railion, de grootste goederenvervoerder over het spoor. In het jaar 2004 werd tot juni 74% van het aantal treinkilometers op diesel afgelegd.

Merk op dat we kosten toerekenen op basis van de totale treinkilometers. Indien alleen een gebruiksvergoeding wordt doorberekend aan facturabele treinkilometers zal er geen kostendekking plaatsvinden. Over bruto tonkilometers hebben we geen nauwkeurige informatie, we gaan uit van ramingen uit [ProRail, 2003a].

Voor de berekeningen maken we de aanname dat de treinkilometers en bruto tonkilometers voor de categorie 'Overige ondernemingen en onbekend' verwaarloosbaar is. Omdat het aandeel in het totale aantal treinkilometers van deze categorie zeer klein is, is het effect van deze aanname op de uiteindelijke kosten minimaal.

De gebruiksaafhankelijke kosten voor de verschillende categorieën zoals berekend in paragraaf 3.4.6 hebben we gedeeld door de betreffende cost driver. De berekende kosten per bruto tonkm etc. staan in tabel 21. In de laatste kolom staan geschaalde kosten, berekend op basis van de verhouding tussen de uitgaven in 2002 en de normkosten.

⁴² Op basis van [RIVM, 2002].

⁴³ De verdeling voor goederenvervoer is gemaakt op basis van informatie aangeleverd door Wim Bouterse van Railion, de grootste goederenvervoerder over het spoor. In het jaar 2004 werd tot juni 74% van het aantal treinkilometers op diesel afgelegd.

tabel 21 Hoogte en toerekening gebruiksfhankelijke kosten O&B in 2002

	Totaal ge- bruiksfhankelij- k 2002	Toedeling	Personen	Goederen	Goederen o.b.v. normkosten	Goederen ge- schaald naar uitgaven 2002 ¹⁾
	Mln €	Mln €	Mln €	Mln €	€	€
Baan en kunstwer- ken (vernieuwing deels gebruiksfhankelij- k)	159,4	O.b.v. tonkm	118,8	40,6	0,0042 (per bruto tonkm)	0,0034 (per bruto tonkm)
<i>Baan en kunstwer- ken (vernieuwing niet gebruiksfhankelij- k)</i>	76,3	<i>O.b.v. tonkm</i>	56,9	19,4	<i>0,0020 (per bruto tonkm)</i>	<i>0,0016 (per bruto tonkm)</i>
Stations	30,9	Personen o.b.v. haltingen	30,9	0	N.v.t.	N.v.t.
Spoor en treindienst- regeling	67,1	O.b.v. treinkm	61,8	5,3	0,52 (per treinkm)	0,43 (per treinkm)
Energievoorziening	40,4	O.b.v. afgenomen kWh	38,6 ^{44, 2)}	1,6	0,03 ³⁾ (per kWh)	0,03 ³⁾ (per kWh)
Overig categorie 2	4,2	O.b.v. treinkm	3,8	0,3	0,03 (per treinkm)	0,03 (per treinkm)
<i>Totaal (met vernieu- wing deels ge- bruiksfhankelij- k)</i>	302		265,4	36,6		

1 Deze kosten bedragen 81,8% (= 803 / 982, zie paragraaf 3.3.1) van de kosten o.b.v. de normcalculatie.

2 Dit betreft slechts een indicatie van de verdeling van de kosten van energievoorziening tussen goederen en personen op basis van treinkilometers op elektrische tractie. De daadwerkelijke verdeling wordt bepaald door het aantal afgenomen kWh.

3 Alleen voor treinen die gebruik maken van elektriciteit.

Indien vernieuwing als niet-gebruiksfhankelijk zou worden beschouwd, dan zou het niveau voor goederentreinen lager uitvallen, zie de vierde rij van tabel 21.

In tabel 21 zijn de gebruiksfhankelijke kosten doorberekend op basis van de geselecteerde cost drivers. Hoewel een vergelijking van het berekende niveau met tarieven in andere landen buiten het kader van dit onderzoek valt, doet de indruk zich voor dat de uitkomsten voor het goederenvervoer hoog zijn ten opzichte van *tarieven* in andere landen. Dit hoewel in sommige landen de gebruiksvergoeding meer dan alleen de gebruiksfhankelijke kosten beoogt te dekken.

⁴⁴ Dit betreft slechts een indicatie van de verdeling van de kosten van energievoorziening tussen goederen en personen op basis van treinkilometers op elektrische tractie. De daadwerkelijke verdeling wordt bepaald door het aantal afgenomen kWh.

Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat men in andere landen tariefstructuren hanteert die maar ten dele de O&B-kostenstructuur weerspiegelen. B.v. is dan een grotere rol weggelegd voor marketingoverwegingen, of voor het meewegen van (verschillen in) kwaliteitsniveaus van infrastructuur. Zo kan het zijn dat in het buitenland de relatief lage tarieven voor goederen samengaan met hogere tarieven voor personen (bijvoorbeeld omdat in de tariefstructuur meer ruimte is gegeven aan beprijzing op basis van kwaliteitsniveau).



4 Variant toerekening totale kosten beheer en onderhoud

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn de gebruiksaafhankelijke kosten toegedeeld aan de verschillende voertuigcategorïeën aan de hand van cost drivers. Naast gebruiksaafhankelijke kosten die voor alle modaliteiten (veel) minder dan 50% van de totale kosten bedragen, zijn er vaste kosten. In dit hoofdstuk worden ook de vaste kosten toegerekend aan de gebruikers. Vaste kosten kennen geen relatie met cost drivers en kunnen derhalve alleen omgeslagen worden over (groepen) gebruikers. Daarbij is ervoor gekozen om gebruiksaafhankelijke kosten reeds als cost driver hebben gefungeerd, geen rol te laten spelen.

De gebruiksaafhankelijke kosten worden in deze variant nog altijd toegedeeld zoals in hoofdstuk 3 beschreven. Daarbovenop worden nu ook de niet gebruiksaafhankelijke kosten toegedeeld. De toedeling van deze vaste kosten gebeurt primair door middel van een basisniveau waarop in tweede instantie afwijkingen worden aangebracht. In paragraaf 4.2 gaan we allereerst in op de bepaling van het basisniveau. Vervolgens worden afwijkingen op het basisniveau toegestaan. Er is voor gekozen om de afwijkingen van het basisniveau te laten bepalen door externe effecten die bij de betreffende vervoerwijze een belangrijke rol spelen (paragraaf 4.3).

Tenslotte geven we in paragraaf 4.4 voor alledrie de modaliteiten de totale kosten, opgebouwd uit het niveau voor de gebruiksaafhankelijke kosten en het naar externe effecten gedifferentieerde basisniveau.

4.2 Bepaling van het basisniveau

Het basisniveau, volgens welke de vaste kosten over alle gebruikers worden omgeslagen, kan op verschillende manieren bepaald worden. In deze studie is gekozen voor de optie van een basisniveau dat afhankelijk is van de voertuiggrootte. Deze optie wordt eerst toegelicht, waarna andere opties kort worden besproken.

Voertuiggrootte kan op meerdere manieren worden geoperationaliseerd:

- a Op basis van maximaal (toegelaten) gewicht van het voertuig.
- b Op basis van feitelijk gewicht van het voertuig (gemiddelde).
- c Op basis van capaciteitsbeslag van het voertuig.
- d Op basis van kilometer-equivalentiefactoren (alleen voor de weg).

De vormgeving van c en d kunnen in de praktijk op hetzelfde neerkomen. Voor het wegvervoer houdt mogelijkheid d de lijn van de Europese Commissie aan. Zij stelt in haar oorspronkelijke voorstel voor amendering van de vigerende (Eurovignet)-richtlijn 1999/62 voor om vaste O&B-kosten toe te delen op basis van kilometer-equivalentiefactoren. Personenauto's en bestelauto's tot 3,5 ton hebben dan equivalentiefactor 1, alle categorieën daarboven equivalentiefactor 3. Kortom: vrachtauto's worden driemaal zo zwaar aangeslagen als personenauto's en bestelauto's⁴⁵. Nadeel hiervan is de willekeur van de equivalentiefactoren, hoewel er met betrekking tot het capaciteitsbeslag van voertuigen wel onderzoek is uitgevoerd naar de verhoudingen tussen verschillende voertuigcategorieën.

Over het algemeen geldt dat elk van de varianten a t/m d relatief eenvoudig is uit te leggen. Voordeel is voorts dat dan tussen vervoermiddelen een zekere differentiatie ontstaat in het basisniveau. Dit is als volgt toe te lichten. Bij toepassing van a en b zou een zware vrachtauto een circa 20 maal hoger niveau betalen dan een personenauto. Bij c en d betaalt een zware vrachtauto een twee- tot driemaal hoger niveau dan een personenauto.

Er is voor gekozen het begrip voertuiggrootte in te vullen per modaliteit. Dit wordt hieronder in paragraaf 4.4 t/m 4.6 per modaliteit verder toegelicht.

Onderstaand bespreken we drie andere manieren waarop het basisniveau zou kunnen worden bepaald.

Optie 1: een gelijk basisniveau voor iedere voertuigkilometer

Een mogelijkheid is om het basisniveau gelijk te stellen voor iedere voertuigkilometer. Kortom: kijk hoe hoog de vaste O&B-kosten zijn en deel deze door het totale aantal voertuigkilometers over de infrastructuur.

Het voordeel van deze optie is dat het een zeer transparante methode is en verenigbaar lijkt met EU-regelgeving. Een eerste nadeel is dat deze methode in zekere zin willekeurig is, waarom krijgt iedereen hetzelfde basisniveau? Hier valt tegenin te brengen dat elke toedeling van vaste kosten van O&B in zekere zin willekeur bevat, omdat juist het kenmerk van vaste kosten is dat er geen directe link met gebruikskenmerken bestaat. Een tweede nadeel is dat het basisniveau zo laag zou kunnen uitvallen dat er weinig ruimte bestaat om efficiëncyprikkels af te geven via differentiatie op basis van externe kosten. Dit zou met name bij het goederenvervoer over de weg kunnen spelen.

Toedeling op basis van voertuigkilometer pakt in vergelijking tot de hierboven toegelichte optie relatief gunstig uit voor grote voertuigen vergeleken met kleinere voertuigen.

⁴⁵ In latere versies van het voorstel voor amendering van de Eurovignetrichtlijn wordt voor alle categorieën weggebruikers de factor 1 gehanteerd. In deze studie wordt de factor 3 uit het oorspronkelijke voorstel aangehouden, omdat die meer recht doet aan het grotere capaciteitsbeslag van vrachtwagens.



Optie 2: een basisniveau uitgaande van minimale marktverstoring

Een andere mogelijkheid is het basisniveau zo vast te stellen dat de transportmarkt zo min mogelijk wordt verstoord, in die zin dat prijsgevoelige segmenten worden ontzien ten koste van minder prijsgevoelige segmenten. In het *personenvervoer* wordt dit beprijzingsprincipe regelmatig toegepast. De markt voor zakelijke reizigers wordt afgeroomd door relatief hoge prijzen van eerste klas vliegtickets. Prijsgevoelige segmenten, zoals (minder welgestelde) toeristen worden ontzien door middel van laag geprijsde tickets.

Een nadeel van deze variant is dat ze op korte termijn moeilijk implementeerbaar is, omdat gegevens ontbreken over de prijsgevoeligheid van de verschillende vervoersegmenten en vervoersmiddelen in het *goederenvervoer*. Zou dit probleem opgelost kunnen worden, dan geldt voorts als nadeel dat snel rechtvaardigheidsdiscussies kunnen ontstaan. Wat de een rechtvaardig vindt, hoeft de ander niet rechtvaardig te vinden.

Optie 3: een basisniveau in verhouding tot 'gemiddelde' externe kosten

Een derde mogelijkheid is om het basisniveau te laten afhangen van de gemiddelde externe kosten van een bepaald soort voertuig, bijvoorbeeld de vrachtautocombinatie. De procedure is dan als volgt:

- bepaal de gemiddelde externe kosten per kilometer voor de te onderscheiden categorieën;
- kijk in hoeverre beprijzing op basis van deze cijfers het benodigde geld oplevert;
- corrigeer de uitkomsten procentueel naar boven of naar beneden, al naar gelang er meer of minder geld nodig is.

Het voordeel van deze optie is dat er altijd genoeg ruimte is voor differentiatie op basis van externe kosten omdat het basisniveau juist is gebaseerd op de hoogte van gemiddelde externe kosten.

Er kleven ook enkele nadelen aan deze optie:

- het is moeilijk uit te leggen;
- het lijkt sterk op variant 1a uit deelrapport 1; er is echter gekozen voor variant 1b;
- er zal veel discussie ontstaan over de hoogte van de externe kosten; deze worden dan niet alleen gebruikt om (minder omstreden) differentiaties op te baseren maar ook voor het basisniveau;
- lijkt moeilijk verenigbaar met de geest van de Spoorrichtlijn en kan ook strijdig worden met toekomstige Eurovignetrichtlijn.

4.3 Differentiatie op basis van externe effecten

In de vorige paragraaf is besproken hoe de vaste kosten van O&B worden toegekend aan gebruikers van infrastructuur. Voor verschillende voertuigklassen zullen we een basisniveau berekenen dat gebaseerd is op het capaciteitsbeslag van het voertuig (verder uit te werken in paragraaf 4.4 t/m 4.6). Dit niveau zou bij een onveranderd hoeveelheid transport precies genoeg zijn voor dekking van de totale vaste kosten van B&O voor iedere modaliteit.

In deelrapport 1 zijn verschillende mogelijkheden aan bod gekomen om vaste kosten aan gebruikers door te rekenen. Uiteindelijk is ervoor gekozen dit te doen door middel van een basisniveau (zie hiervoor) dat vervolgens wordt gedifferentieerd op basis van externe effecten waarop nog geen heffing rust. Dit leidt er toe dat bestaande verstoringen van de economie (deels) worden opgeheven en dit is vanuit welvaartstheoretisch oogpunt goed verdedigbaar. Deze differentiatie vindt plaats binnen elke voertuigklasse. Bij treinen kan bijvoorbeeld onderscheid worden gemaakt tussen geluidsarme en lawaaige treinen.

In de eerstvolgende paragrafen werken we de differentiatie van het basisniveau op basis van externe effecten verder uit.

4.3.1 Selectie externe effecten

Differentiatie van het basisniveau heeft als doel de efficiency van transport te bevorderen. Een differentiatie op basis van externe effecten heeft tot gevolg dat de externe effecten van de mobiliteitskeuze (deels) worden meegewogen in het beslissingsproces. De verwachting is dat dit de efficiency van transport verhoogt en de negatieve maatschappelijke gevolgen van transport beperkt.

De omvang van de externe effecten hangt af van verschillende parameters, zoals:

- voertuigkarakteristieken (bijvoorbeeld de Euroklasse-indeling van een vrachtwagen, waarmee schone/vuile motoren worden ingedeeld);
- ladingkarakteristieken (vervoer gevaarlijke stoffen);
- plaats (bijv. emissies nabij woonwijk of natuurgebied);
- tijd (overdag of 's nachts, binnen of buiten de spits);
- bestuurder (bijv. de rijstijl van een chauffeur).

Alleen de differentiatie naar *voertuigkarakteristieken* wordt uitgewerkt, omdat de overige differentiaties in de uitwerking en/of uitvoering grote complicaties met zich mee zouden brengen. Differentiatie naar lading (wel of geen gevaarlijke stoffen) lijkt op zich ook een goed te beargumenteren grondslag, maar is hier vooralsnog niet verder uitgewerkt om het aantal differentiaties te beperken.

Hieronder geven we per modaliteit het externe effect dat als basis dient voor de differentiatie van het basisniveau. Deze keuze is gebaseerd op de volgende criteria:

- primair aandacht voor het belangrijkste externe effect (dat wil zeggen dat effect waarvan de externe kosten het hoogste zijn);
- de mate waarin de omvang van het externe effect kan variëren binnen een voertuigcategorie;
Toelichting: Hoewel de kosten van geluidhinder op de weg aanzienlijk zijn, bestaat er weinig verschil in geluidhinder tussen verschillende vrachtwagens;
- praktische mogelijkheid van differentiatie op basis van het externe effect;
Toelichting: hoewel ongevalkosten aanzienlijk kunnen zijn, is het praktisch nauwelijks mogelijk om binnen een voertuigklasse op basis van voertuigka-

- rakteristieken onderscheid te maken naar voertuigen die relatief veel bij ongelukken betrokken zijn en voertuigen waarvoor dit niet geldt;
- mogelijkheden tot aansluiting bij bestaande normeringen.

4.3.2 Bepaling mate van differentiatie

In de vorige paragraaf ging het om de vraag, welk externe effect als basis dient voor de differentiatie. In deze paragraaf wordt vastgesteld hoe (in welke mate en in welke vorm) de differentiatie kwantitatief vorm gegeven kan worden. Welke randvoorwaarden willen we opleggen aan de uitwerking van de differentiatie? Met name is van belang welke onder- en bovengrenzen men wil stellen aan de afwijkingen ten opzichte van het basisniveau. Staan we toe dat voertuigen met (bijvoorbeeld) de laagste externe kosten helemaal niets betalen (instelling van een ondergrens)? Of mag (bijvoorbeeld) het maximumniveau maximaal 100% boven het minimumniveau mag liggen (vaststelling van een bovengrens)?

Beantwoording van deze vragen hangt mede af van de (empirische) uitkomsten van berekeningen. Er zijn twee hoofdroutes:

- optie 1: We baseren de differentiatie van het basisniveau binnen een voertuigklasse op de met behulp van schaduwrijzen⁴⁶ berekende externe kosten voor een *voertuig*. Dit kan op twee manieren worden uitgewerkt:
 - a De *absolute verschillen* tussen externe kosten van verschillende voertuigen zijn maatgevend. Waar mogelijk (afhankelijk van de hoogte van het basisniveau en de eerder gestelde randvoorwaarden) wordt dit absolute verschil in de differentiatie op de basisniveaus gehandhaafd.
 - b De *verhoudingen* tussen de externe kosten van verschillende voertuigen in een voertuigcategorie zijn maatgevend.
- optie 2: We gaan uit van een *basisklasse van voertuigen*. Per klasse beter (of slechter) moet een bepaald percentage minder (of meer) betaald worden. Dit percentage zou ook kunnen worden gebaseerd op de hoogte van de externe kosten, maar zou ook op een andere manier kunnen worden gekozen (bijv. vaste stappen van 25% of 50%).

Op de achtergrond speelt hierbij een keuze tussen een ingewikkelde maar beter onderbouwde methode (optie 1) en een methode die makkelijker is uit te leggen maar mogelijk minder goed is onderbouwd (optie 2). In deze studie is gekozen voor optie 1a, met daarbij een restrictie aan het niveau voor de laagste klasse. Omdat de bedoeling van de vaste kostentoekening is dat (alle) gebruikers daadwerkelijk delen in de vaste kosten, ligt het immers in de rede een ondergrens te hanteren, die uiteraard boven nul ligt. Bij wijze van rekenveronderstelling is uitgegaan van een (minimum-)niveau dat niet onder het niveau van 50% van het basisniveau mag liggen. Om te kunnen waarborgen dat het stelsel kosten-dekkende opbrengsten genereert, is geen bovengrens gehanteerd.

⁴⁶ Financiële waardering van goederen die niet op de markt worden verhandeld.

Ten aanzien van de absolute hoogte van niveaus geldt dus het volgende:

- het minimale niveau bedraagt 50% van het basisniveau;
- er is geen maximum niveau;
- het systeem moet kostendekkend zijn.

Ten aanzien van de verschillen tussen niveaus is voorts het volgende verondersteld:

- de absolute verschillen in niveau tussen klassen worden gelijk gesteld aan de gemonetariseerde verschillen in externe kosten, tenzij daardoor het laagste niveau onder 50% van het berekende basisniveau zou komen te liggen;
- indien op basis van de externe kosten het laagste niveau onder 50% van het berekende basisniveau zou komen te liggen, wordt het laagste niveau gelijk gesteld aan 50% van het basisniveau. De relatieve verschillen in niveau tussen klassen worden in dat geval gelijk gesteld aan de relatieve verschillen in externe kosten tussen klassen.

Deze aanpak impliceert dat de niveaus jaarlijks aangepast moeten worden, omdat ook de verdeling van de voertuigkilometers over de verschillende klassen jaarlijks zal verschuiven. Zo zal bij het wegvervoer het aandeel Euro 4 komende jaren stijgen ten koste van het aandeel van lagere Euroklassen. Om toch kostendekking te kunnen garanderen zullen de niveaus voor alle Euroklassen moeten stijgen zodat deze verschuiving wordt gecompenseerd. Deze jaarlijkse aanpassing van niveaus kan in de praktijk als nadeel hebben dat vervoerders ieder jaar met andere tarieven worden geconfronteerd die fors af kunnen wijken van de tarieven van het voorafgaande jaar.

4.4 Rijkswegen

4.4.1 Omvang van vaste kosten

Vaste kosten zijn kosten die niet zijn gerelateerd aan het gebruik van de weg door verkeer. Deze vaste kosten bestaan met name uit kosten van beheer en exploitatie, advies en onderzoek, en verkeersonafhankelijk onderhoud van verhardingen, kunstwerken, verkeersvoorzieningen en voorzieningen ter instandhouding van landschap en milieu. De totale O&B-kosten voor rijkswegen bedroegen in 2002 € 587 mln. De vaste kosten bedragen op basis van het [BON, 2001] en 'expert opinion' van DWW € 345,1 mln (zie tabel 5) en worden in de 'totale kosten variant' aan de voertuigcategorieën toebedeeld.

De vaste kosten worden in dit hoofdstuk aan de voertuigcategorieën toegedeeld op basis van kilometer-equivalentiefactoren (zie variant d in paragraaf 4.2) zoals gedefinieerd in het Commissievoorstel voor wijziging van de Eurovignet richtlijn, zie [COM, 2003]. Kilometer-equivalentiefactoren zijn gedefinieerd voor de personenauto (1) en de vrachtauto (3) maar niet voor andere modaliteiten. Voor de bus en de touringcar gebruiken wij de factor die geldt voor het vrachtverkeer, de factor voor de bestelauto wordt gelijk gesteld aan die voor de personenauto, en de factor voor de motorfiets is gelijkgesteld aan 0.5 (zie tabel 22). De argumentatie



hierachter is gebaseerd op eerder onderzoek, zie [CE, 1999 en VU, 2002], waarin vergelijkbare aannames worden gedaan met betrekking tot de PAE van de bus, touringcar, bestelauto en motorfiets.

tabel 22 Equivalentiefactoren ten behoeve van berekening basisniveau vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen

Voertuig	Equivalentiefactoren
Goederenvervoer	
Vracht solo < 12 ton	3
Vracht solo > 12 ton	3
Vracht combinatie > 12 ton	3
Trekker met oplegger > 12 ton	3
Personenvervoer	
Auto	1
Bus	3
Touringcar	3
Motorfiets	0,5
Bestelauto	1

Bron: [COM, 2003] en eigen inschatting CE.

4.4.2 Bepaling basisniveau

De basiskosten van vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen zijn in tabel 23 gepresenteerd voor de in dit rapport onderscheiden voertuigcategorieën. De verhouding in kosten per kilometer tussen de verschillende voertuigen is identiek aan de verhouding in tabel 22 (personenauto-equivalentiefactoren).

tabel 23 Basisniveau vaste beheer- en onderhoudskosten rijkswegen in 2002 (in cent per voertuigkilometer)

Voertuig	Basiskosten per kilometer
Goederenvervoer	
Vracht solo < 12 ton	1,82
Vracht solo > 12 ton	1,82
Vracht combinatie > 12 ton	1,82
Trekker met oplegger > 12 ton	1,82
Personenvervoer	
Auto	0,61
Bus	1,82
Touringcar	1,82
Motorfiets	0,30
Bestelauto	0,61

Zoals uit tabel 23 blijkt zijn de basiskosten voor het vrachtverkeer gelijk aan *1,82 cent per voertuigkilometer* en identiek voor alle vrachtautocategorieën. Voor het vrachtverkeer vindt een differentiatie van deze kosten plaats op basis van ver-

oorzaakte externe effecten. De mogelijkheden voor een dergelijke differentiatie zijn in de volgende paragraaf beschreven.

4.4.3 Wijze van differentiatie van het basisniveau

Voor elk van de voertuigcategorieën die we onderscheiden zijn de belangrijkste externe effecten:

- klimaatverandering;
- luchtverontreiniging;
- geluidhinder;
- verkeersongevallen.

Klimaatverandering hangt rechtstreeks samen met de CO₂-uitstoot en dus met het brandstofverbruik van een vrachtauto. Op brandstof wordt accijns geheven. Een extra prikkel via differentiatie van de basiskosten zou niet in lijn zijn met de onderliggende gedachte van differentiatie: het opheffen van verstoringen door te differentiëren op basis van externe effecten waarop nog geen heffing rust. Dit zou juist een extra verstoring van de economie betekenen.

De mate van *luchtverontreiniging* is onder meer gerelateerd aan de motor van de vrachtauto. Vrachtautomotoren worden momenteel al onderverdeeld naar Euro-klassen, welke zijn gebaseerd op de eisen aan de emissiefactoren. Aangesloten kan worden bij een reeds bestaand normeringstelsel.

Voor *geluidhinder* is geen rangschikking voorhanden en het vermoeden is dat hier weinig onderscheid tussen vrachtauto's te maken is, zeker wanneer we ons richten op rijkswegen⁴⁷. Het feit dat vanwege de relatief hoge rijnsnelheden op rijkswegen het type banden van een vrachtauto forse invloed kan hebben op de geluidsemisatie vormt ook nog een belemmering om zinvol onderscheid te maken op basis van geluidsemisatie van vrachtauto's.

Hoewel *ongevalkosten* aanzienlijk kunnen zijn, is het praktisch nauwelijks mogelijk om binnen een voertuigklasse op basis van voertuigkarakteristieken onderscheid te maken naar voertuigen die relatief veel bij ongelukken betrokken zijn en voertuigen waarvoor dit niet geldt.

Van de vier externe effecten blijkt in de praktijk luchtverontreiniging de enige mogelijkheid voor differentiatie te bieden. Dit houdt in dit geval in dat de bestaande onderverdeling naar Euroklassen wordt gehanteerd, i.e. Pre Euro tot en met Euro 5. De differentiatie van de voorgestelde Duitse 'LKW-Maut' (Duitse tolheffing voor het vrachtverkeer) maakt aangaande Euroklassen een onderscheid tussen drie categorieën, te weten een categorie A (Euro 5 en Euro 4), categorie B (Euro 3 en Euro 2) en categorie C (Euro 1 en Euro 0)⁴⁸. Kosten verschillen slechts per categorie, wat inhoudt dat kosten per voertuigkilometer voor de combinaties Euro 5 en Euro 4, Euro 3 en Euro 2, en Euro 1 en Euro 0 steeds identiek zijn, zie [IWW/Prognos, 2002]. We kijken in dit rapport van de methodiek van de 'LKW-

⁴⁷ De geluidsoverlast van het laden en lossen van vrachtauto's speelt voornamelijk in binnensteden. In het kader van deze studie die zich beperkt tot rijkswegen, is het niet zinvol om op basis hiervan te differentiëren.

⁴⁸ De Pre Euro categorie wordt niet onderscheiden in de 'LKW-Maut'.

Maut' af in de zin dat de kosten per kilometer zullen verschillen voor iedere onderscheiden Euroklasse.

Vervolgens is de voorwaarde opgelegd (zie paragraaf 4.3.2) om de verhouding in kosten per kilometer tussen de diverse Euroklassen identiek te laten zijn aan de verhouding in emissiefactoren, met daarbij de restrictie dat de kosten per kilometer niet lager mogen zijn dan 0,5 maal de basiskosten ($B = 1,82$ cent per voertuigkilometer). In de praktijk zal blijken dat deze restrictie altijd bindend is voor de Euro 4 en de Euro 5 klasse. De reden hierachter is dat de spreiding in emissiefactoren tussen de voertuigcategorieën dermate groot is dat de kosten voor de minst vervuilende voertuigen naar beneden worden gedrukt tot onder de basiskosten. In de uiteindelijke toedeling komt het er dan ook op neer dat de kosten per kilometer van de Euro 4 en de Euro 5 klasse *precies gelijk zijn aan* 0,5 maal de basiskosten, oftewel 0,91 cent per voertuigkilometer.

In bijlage J is uiteengezet hoe de kostenverhoudingen tussen de verschillende Euroklassen kunnen worden berekend. Hierbij wordt uitgebreid ingegaan op de rol die de marktaandelen van de verschillende voertuigcategorieën spelen en op de invloed van de samengestelde emissiefactoren van de diverse Euroklassen. Bijlage K.1 gaat in op de hoogte van de marktaandelen en de berekening van de gebruikte emissiefactoren.

In tabel 24 zijn de kosten per Euroklasse gepresenteerd. De kosten per kilometer voor een bepaalde Euroklasse verschilt weinig tussen de onderscheiden vrachtautocategorieën omdat de verschillen in marktaandelen van de Euroklassen binnen de categorieën gering zijn (zie bijlage K). Dit geldt zelfs voor de categorie *trekker met oplegger*, waarbinnen de meest afwijkende marktaandelen te zien zijn. Marginale verschuivingen in marktaandelen van Euroklassen binnen het goederenvervoer over de weg leiden met onze berekeningsmethode dus tot (zeer) geringe verschuivingen in kosten per kilometer.

In het algemeen geldt dat naarmate er meer kilometers in schonere vrachtauto's gereden worden, de kosten per kilometer voor elke categorie omhoog gaan. De meest extreme situatie die binnen deze context geldt is dat alle kilometers in een Euro 5 vrachtauto worden verreden, waardoor de kosten per kilometer voor deze categorie 1,82 cent zouden bedragen, oftewel de basiskosten. Dit resultaat is gemakkelijk te verklaren. Hoe minder kilometers gereden worden in meer vervuilende voertuigen, die volgens bovenstaande methodiek meer betalen per kilometer, hoe meer betaald zal moeten worden door andere categorieën om de totale kosten te dekken, aangezien zij per kilometer minder betaalden dan het meer vervuilende voertuig.

tabel 24 Vast beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 (in cent per voertuigkilometer) voor het goederenvervoer per Euroklasse na differentiatie van het basisniveau

Euroklasse	Vrachtauto solo < 12 ton	Vrachtauto solo > 12 ton	Vrachtauto combinatie > 12 ton	Trekker met oplegger > 12 ton
Pre Euro	2,98	3,03	2,88	2,98
Euro 0	2,79	2,58	2,87	2,80
Euro 1	1,66	1,77	1,79	1,97
Euro 2	1,55	1,67	1,65	1,82
Euro 3	1,14	1,26	1,24	1,42
Euro 4	0,91	0,91	0,91	0,91
Euro 5	0,91	0,91	0,91	0,91

Tot slot wordt gewezen op de gevoeligheid van de uitkomsten in tabel 24 voor veranderingen in marktaandelen en emissiefactoren van de diverse Euroklassen. Uiteraard geldt dat zij, mede onder invloed van een eventueel in te voeren niveau per kilometer, veranderen over de tijd. Omdat de hoogte van de kosten per kilometer direct gerelateerd zijn aan de marktaandelen en emissiefactoren, en dus ook aan verschuivingen daarin, dient periodiek een update gemaakt te worden van de in dit rapport berekende kosten per kilometer op basis van nieuwe gegevens aangaande marktaandelen en emissiefactoren. Slechts op deze wijze is het mogelijk om ook op langere termijn een kostendekkend systeem te creëren.

4.4.4 Resultaten toedeling totale kosten

Totale kosten bestaan uit gebruiksafhankelijke en vast kosten. Voor de volledigheid worden in tabel 25 de vaste en gebruiksafhankelijke kosten voor het personenvervoer en de bestelauto gepresenteerd.

tabel 25 Beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 (in cent per voertuigkilometer) voor het personenvervoer en de bestelauto

Voertuig	Gebruiksafhankelijke kosten	Vaste kosten	Totaal
Personenvervoer			
Auto	0,10	0,61	0,71
Bus	3,77	1,82	5,59
Touringcar	4,64	1,82	6,46
Motorfiets	0,21	0,30	0,51
Bestelauto	0,12	0,61	0,72

Voor het goederenvervoer is bij het berekenen van *gebruiksafhankelijke* kosten per voertuigkilometer geen onderscheid gemaakt naar Euroklassen, terwijl dit bij het berekenen van *vaste* kosten per voertuigkilometer wel is gebeurd. Dit houdt in dat gebruiksafhankelijke kosten slechts verschillen per vrachtautocategorie, terwijl vaste kosten verschillen per Euroklasse en vrachtautocategorie. In tabel 26 zijn de beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 gepresenteerd voor het goederenvervoer.



tabel 26 Gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in 2002 (in cent per voertuigkilometer) voor het goederenvervoer

Type vrachtauto	Gebruiksafhankelijke kosten	Vaste kosten	Totaal
Vrachtauto solo < 12 ton			
Pre Euro	0,40	2,98	3,38
Euro 0	0,40	2,79	3,19
Euro 1	0,40	1,66	2,06
Euro 2	0,40	1,55	1,95
Euro 3	0,40	1,14	1,54
Euro 4	0,40	0,91	1,31
Euro 5	0,40	0,91	1,31
Vrachtauto solo > 12 ton			
Pre Euro	2,22	3,03	5,26
Euro 0	2,22	2,58	4,81
Euro 1	2,22	1,77	3,99
Euro 2	2,22	1,67	3,89
Euro 3	2,22	1,26	3,48
Euro 4	2,22	0,91	3,13
Euro 5	2,22	0,91	3,13
Vrachtauto combinatie > 12 ton			
Pre Euro	6,21	2,88	9,10
Euro 0	6,21	2,87	9,08
Euro 1	6,21	1,79	8,00
Euro 2	6,21	1,65	7,86
Euro 3	6,21	1,24	7,46
Euro 4	6,21	0,91	7,12
Euro 5	6,21	0,91	7,12
Trekker met oplegger > 12 ton			
Pre Euro	5,16	2,98	8,15
Euro 0	5,16	2,80	7,96
Euro 1	5,16	1,97	7,13
Euro 2	5,16	1,82	6,99
Euro 3	5,16	1,42	6,58
Euro 4	5,16	0,91	6,07
Euro 5	5,16	0,91	6,07

Merk op dat vaste kosten voor met name de zware vrachtautocategorieën relatief laag zijn ten opzichte van de gebruiksafhankelijke kosten. Onder meer houdt dit in dat het verschil tussen de kosten van een Euro 5 en een Euro 0 voertuig relatief kleiner is voor een zware vrachtauto dan voor een lichte vrachtauto. Dit geldt in nog sterkere mate als de kosten worden uitgedrukt per tonkilometer. Dit heeft deels te maken met het feit dat er een restrictie is gelegd op het verschil in vaste kosten tussen de verschillende Euroklassen. Zodra de werkelijke verschillen in emissiefactoren zouden worden uitgedrukt in de kosten verdwijnt dit patroon deels.

Tenslotte valt op dat toedeling van vaste kosten op basis van voertuigkilometers leidt tot relatief meer druk op de prijs per ton binnen het lichte vrachtverkeer dan binnen het zware vrachtverkeer. Indien dit niet wenselijk geacht wordt, is het mogelijk om binnen het goederenvervoer een toedeling van gebruiksafhankelijke kosten op basis van tonkilometer toe te passen. Hierdoor worden verschillen in kosten per ton slechts veroorzaakt door efficiencyverschillen tussen vervoersbedrijven.

4.5 Waterwegen

4.5.1 Omvang van vaste kosten

De totale kosten aan O&B van waterwegen voor binnenwateren bedroegen in 2002 € 300,2 mln. De gebruiksafhankelijke kosten bediening en vaartuigen / scheepvaartbegeleiding (voor zowel binnenvaart als recreatievaart) bedroegen € 25 en € 14 mln (zie paragraaf 3.3.1). De niet-gebruiksafhankelijke kosten van B&O van waterwegen voor binnenwateren bedragen in totaal dus $300 - 25 - 14 = € 261$ mln.

4.5.2 Bepaling van het basisniveau

Voor de waterwegen definiëren we het capaciteitsbeslag als de vaartuiglengte. Als maatstaf voor capaciteitsbeslag is scheepslengte goed verdedigbaar gelet op bijvoorbeeld de relatie met het beslag op sluiscapaciteit. tabel 27 geeft voor verschillende klassen van schepen de gemiddelde vaartuiglengte. De gemiddelde lengte van een recreatievaartuig veronderstellen we op tien meter.

Naast de lengte hebben we ook informatie nodig omtrent het jaarkilometrage per voertuigklasse. Voor de verschillende klassen die we onderscheiden voor de binnenvaart is dit bekend (zie tabel 27), voor de recreatievaart echter niet. Wel beschikken we over de al eerder genoemde gegevens omtrent het aantal passages bij verschillende telpunten. Deze verhouding ligt op voor de rijkswateren 40% recreatievaart en 60% binnenvaart, zie tabel 14. Bij gebrek aan meer nauwkeurige informatie nemen we aan dat de verhouding van het aantal kilometers en het aantal passages voor binnenvaart en recreatievaart gelijk is. Derhalve schatten we het jaarkilometrage voor de recreatievaart in op $40 / 60 * 54,8 = 37$ mln kilometer, zie ook tabel 14.

De toedeling van de vaste kosten van O&B aan de verschillende klassen geschiedt nu op basis van het product van de gemiddelde vaartuiglengte en het totale jaarkilometrage voor iedere klasse. De totaal toegedeelde kosten en het basisniveau per voertuigkilometer zijn te vinden in de twee rechterkolommen van tabel 27.



tabel 27 Toedeling vaste kosten O&B vaarwegen (Bron: Bewerking [AVV 2004])

Laadvermogen (ton)	Gemiddelde lengte (m) (a)	Totale jaar-kilometrage (x mln) (b)	Lengte.kms (x mln) (c) = (a) * (b)	Percentage vaste kosten (d)=(c in %)	Totale kosten (mln €) (e)=(d)*(e-totaal)	Basisniveau per vtg-km (€) (f) = (e) / (b)
<250	28	0,3	9	0,2%	0,5	1,42
250 - 400	38,5	2,6	100	2%	5	1,95
400 - 650	52,5	7,2	375	7%	19	2,66
650 - 1.000	73,5	11,7	863	17%	44	3,73
1.000 - 1.500	82,5	13,3	1.098	21%	56	4,18
1.500 - 2.000	102,5	6,2	641	12%	32	5,20
2.000 - 3.000	110	9,1	1.004	20%	51	5,58
>3.000	160	4,3	688	13%	35	8,11
<i>totaal binnenvaart</i>		<i>54,8</i>	<i>4.778</i>	<i>93%</i>	<i>242</i>	
<i>totaal recreatie-vaart</i>	<i>10</i>	<i>37,0¹⁾</i>	<i>370</i>	<i>7%</i>	<i>19</i>	<i>0,51</i>
<i>totaal binnen- en recreatievaart</i>		<i>91,8</i>	<i>5.148</i>	<i>100%</i>	<i>261</i>	

¹⁾ Geschat op basis van het aantal passages.

Uit tabel 27 blijkt dat de kosten per voertuigkilometer sterk uiteen lopen. Dit is niet verwonderlijk, gezien de toedeling op basis van vaartuiglengte.

4.5.3 Wijze van differentiatie van het basisniveau

Voor de binnenvaart zijn de voornaamste externe effecten:

- klimaatverandering;
- luchtverontreiniging.

De externe kosten van *klimaatverandering* zijn bij benadering een factor vier lager dan de kosten van luchtverontreiniging. Binnen ieder van de acht vaartuigcategorieën die we onderscheiden zal het verbruik onder identieke omstandigheden (zelfde belading, zelfde snelheid, etc.) naar verwachting niet veel verschillen. We beperken daarom de differentiatie tot de mate van luchtverontreiniging.

De kosten van *luchtverontreiniging* zijn relatief de grootste externe kostenpost voor de binnenvaart. Er zijn verschillende internationaal erkende categorieën motoren die een goede indicatie vormen van de mate van luchtverontreinigende emissies. We kunnen hierbij gebruik maken van de CCR indeling voor binnenvaartmotoren. Er zijn momenteel 3 fasen. Fase 0 is in feite geen norm, het betreft vaartuigen die nog niet aan de normen van de fase 1 voldoen. Alle sinds 2002

opgeleverde schepen moeten aan de normen van fase 1 voldoen. Fase 2 van de CCR classificatie wordt vanaf 2006 ingevoerd.

Een andere mogelijkheid is de nieuwe EU regelgeving voor binnenvaartmotoren te volgen. Vanaf 2006 worden deze geleidelijk ingevoerd voor nieuwe schepen. Deze normen komen in hoge mate overeen met de normen uit fase 2 volgens de CCR classificatie.

We gaan voorlopig uit van drie klassen:

- klasse 1: Fase 0 CCR;
- klasse 2: Fase 1 CCR;
- klasse 3: EU / Fase 2 CCR.

Hierbij stellen we wel voor om in de toekomst ook onderscheid te maken naar schepen die de uitstoot van NO_x en PM₁₀ veel verder reduceren door gebruikmaking van nageschakelde technieken, zoals een SCR (een katalysator voor scheepsmotoren).

In het kader van dit project is het slechts mogelijk een indicatieve berekening van de differentiatie op de basisniveaus uit te voeren. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- de CCR en EU emissienormen voor binnenvaartschepen zijn afhankelijk van motorvermogen en het toerental van de motor. Het voert te ver om in het kader van dit project daar onderscheid naar te maken;
- voor de eerder onderscheiden CBS-klassen is niet voldoende informatie voorhanden;
- er is geen nauwkeurige informatie over de verdeling van het scheepspark over de verschillende klassen met betrekking tot luchtverontreiniging.

De berekeningen lichten we in bijlage M toe. Hier presenteren we alleen de belangrijkste aannames en resultaten.

We hebben gebruik gemaakt van zes scheepsklassen waarvoor gedetailleerde informatie omtrent maximaal vermogen, brandstofgebruik en emissies van het huidige vaartuigenpark beschikbaar was. Deze klassen zijn goed vergelijkbaar met de CBS-klassen die we eerder in dit rapport gebruikt hebben, zie tabel 27.

Voor deze zes scheepsklassen hebben we voor drie categorieën schepen de kosten van luchtverontreiniging (NO_x en PM₁₀⁴⁹) berekend:

- parkgemiddelde 2000;
- schepen die precies aan CCR fase 1 voldoen⁵⁰;
- schepen die precies aan CCR fase 2 voldoen.

De kosten van luchtverontreiniging voor deze schepen staan in tabel 28 vermeld.

⁴⁹ We hebben ons beperkt tot NO_x en PM₁₀.

⁵⁰ In de praktijk blijkt dat de uitstoot van schepen circa 15% [AVV, 2003] lager is dan de gestelde norm. Hoe dit in de toekomst zal zijn is onbekend. Derhalve hebben we hier vooralsnog geen rekening mee gehouden.

tabel 28 Kosten van luchtverontreiniging (in € per vkm) ¹⁾

Laadvermogen (ton)	Parkgemiddelde 2000	CCR fase 1		CCR fase 2	
		>130 kW, >2.800 rpm	>130 kW, 500 rpm ⁵¹	>130 kW; <560 kW	>560 kW; 343 rpm ⁵²
250 - 400	1,85	1,49	1,87	0,82	1,34
400 - 650	2,63	2,12	2,66	1,17	1,90
650 - 1000	3,92	3,17	3,97	1,74	2,83
1.000 - 1.500	5,25	4,24	5,32	2,33	3,79
1.500 - 3.000	8,68	7,00	8,80	3,85	6,27
> 3.000	11,93	9,64	12,10	5,30	8,63

¹⁾ Zie ook tabel 56 in bijlage M.

Bij tabel 28 moeten we een kanttekening maken. Zoals eerder aangegeven is dit slechts een indicatieve berekening. Voor het huidige park hebben we geen cijfers tot onze beschikking die een onderscheid maken naar het toerental van de motor, terwijl dit wel gebeurt in de gestelde normen. De kosten die we voor het park berekenen zijn dus slechts gedeeltelijk te vergelijken met de kosten die we berekend hebben voor schepen die exact aan de normen voldoen.

Toch kunnen we uit de tabel concluderen dat de normen uit de eerste fase (vanaf 2002 verplicht gesteld) niet erg restrictief zijn. De externe kosten van een gemiddeld schip uit het huidige park liggen in sommige gevallen zelfs lager dan de kosten voor schepen die exact aan de eisen voldoen. Voor schepen met motoren met een hoog toerental liggen de kosten van luchtverontreiniging van schepen die aan de eisen van fase 1 voldoen wel lager dan het huidige parkgemiddelde.

De bovenstaande berekening was uitgevoerd om inzicht te krijgen in welke mate het basisniveau gedifferentieerd kan worden op basis van de kosten van luchtverontreiniging. Er blijkt dat de huidige normen nauwelijks een reductie in de kosten van emissies hebben tot gevolg hebben. Het basisniveau voor klasse 1 en 2 zal nagenoeg gelijk zijn. Voor klasse 3, overeenkomend met CCR-fase 2 (geldig vanaf 2006) is er wel een differentiatie mogelijk. Afhankelijk van de motorkarakteristieken zullen schepen die aan deze eisen voldoen 25 tot 50% lagere kosten van luchtverontreiniging hebben. De ruimte voor differentiatie loopt op van € 0,50 voor kleine schepen tot circa € 6,60 voor hele grote schepen.

Wanneer we dit vergelijken met de berekende basisniveaus, die variëren van € 1,95 voor schepen tot 400 ton tot € 8,11 per kilometer voor schepen van meer dan 3.000 ton laadvermogen (zie tabel 27), dan blijkt dat er in de toekomst mogelijkheden zijn voor een significante differentiatie van basisniveaus.

We berekenen hier geen differentiatie van de basisniveaus. Op basis van de bovenstaande indicatieve berekening blijkt dat er geen/nauwelijks verschillen zijn in

⁵¹ Deze norm is afhankelijk van het toerental van de motor. Hierbij is gekozen voor een representatief toerental voor langzaam lopers in deze vermogenrange.

⁵² Deze norm is afhankelijk van het toerental van de motor. Hierbij is gekozen voor een representatief toerental voor langzaam lopers in deze vermogenrange.

de kosten van luchtverontreiniging tussen schepen die wel en schepen die niet voldoen aan CCR fase 1. Fase 2 gaat pas vanaf 2006 in. Het marktaandeel van schepen die aan deze eis voldoen is waarschijnlijk miniem. Dit betekent dat op basis van de huidige marktaandelen alle schepen het basisniveau betalen. We bevelen aan om wel bij invoering direct een korting te geven op basisniveau voor schepen die al aan CCR fase 2 voldoen. Indien we dit marktaandeel op 0% schatten kan het niveau voor de overige schepen gelijk worden gesteld aan het basisniveau. Het niveau voor scheepsmotoren die al aan CCR fase 2 voldoen is dan op basis van een gemiddelde emissiereductie zo'n 40% lager dan het basisniveau.

4.5.4 Resultaten toedeling totale kosten

Toedeling van de totale kosten geeft een combinatie van het niveau dat volgt uit de gebruiksaafhankelijke kosten en het niveau dat volgt uit toedeling van de vaste kosten. Zodra er scheepsmotoren op de markt komen die aan CCR fase 2 voldoen kunnen de basisniveaus gedifferentieerd worden. De korting voor schepen die aan CCR fase 2 voldoen kan dan zo'n 40% op het basisniveau bedragen.

tabel 29 Toedeling totale kosten binnenvaart (kosten in € per vkm) ¹⁾

Laadvermogen	Gebruiksaafhankelijke kosten	Vaste kosten (basisniveau)	Totaal
<250	0,53	1,42	1,95
250-400	0,53	1,95	2,48
400-650	0,53	2,66	3,19
650-1000	0,53	3,73	4,26
1000-1500	0,53	4,18	4,71
1500-2000	0,53	5,20	5,73
2000-3000	0,53	5,58	6,11
>3000	0,53	8,11	8,64

¹⁾ Inclusief voertuigkilometers van buitenlandse vervoerders op Nederlandse rijkswateren

4.6 Spoorwegen

4.6.1 Omvang van vaste kosten

De totale uitgaven aan O&B spoor in 2002 bedragen € 803 mln, waarvan € 247 mln gebruiksaafhankelijk is (indien vernieuwingskosten als gebruiksaafhankelijk worden beschouwd). De vaste kosten bedragen derhalve € 556 mln. De vaste kosten voor stations moeten apart worden toegedeeld, omdat zij alleen betrekking hebben op personentreinen. Zo moeten ook de kosten van energietransport apart worden behandeld, omdat zij niet worden toegedeeld aan dieseltreinen.

Voor stations en energietransport bedragen de vaste kosten € 32,4 mln⁵³, respectievelijk € 32,6 mln⁵⁴. De overige vaste kosten zijn dus € 491 mln.

4.6.2 Bepaling van het basisniveau

Het basisniveau voor treinen wordt bepaald op basis van voertuigkilometer, dus zonder differentiatie naar voertuiggrootte. De reden hiervoor is dat in het spoorvervoer met paden wordt gewerkt. Tussen verschillende paden bestaan onderlinge verschillen in capaciteitsbeslag, maar deze zijn lastig te kwantificeren. Daarom is een uniform basisniveau voor alle soorten treinen berekend.

tabel 30 Basisniveau vaste kosten voor het spoor op basis van gerealiseerde uitgaven in 2002(in €)

	Totaal (mln €)	Kilometrage (mln treinkms) ¹⁾	Goederen		Personen	
			Elektrisch	Diesel	Elektrisch	Diesel
Overige vaste kosten O&B ²⁾	490,7	128,4	3,82	3,82	3,82	3,82
Vast stations	32,4	118,2 (Alleen personen)			0,27	0,27
Vast energie	32,6	106,0 (Alleen elektrisch: 103,4 personen + 2,6 goederen)	0,31		0,31	
Totaal	555,7		4,13	3,82	4,40	4,10

¹⁾ Inclusief voertuigkilometers van buitenlandse vervoerders op Nederlands spoor.

²⁾ Exclusief vaste kosten stations en energietransport, inclusief vernieuwingskosten die als deels gebruiksafhankelijk worden beschouwd.

4.6.3 Wijze van differentiatie van het basisniveau

Omdat geluidhinder het dominante milieueffect is van het spoor, wordt gedifferentieerd op basis van geluidemissie.

Geluidhinder is een relatief belangrijk extern effect voor het spoor. Er wordt al lange tijd gesproken over mogelijkheden voor geluidsreductie, waarbij zowel wordt gekeken naar maatregelen 'aan de baan' als aan het materieel. Inmiddels loopt er ook een pilotproject ('fluistertrein'). Om het basisniveau te kunnen differentiëren naar geluidsemisatie is het noodzakelijk een indeling naar geluidsklassen te hebben.

⁵³ We benaderen de vaste kosten van stations door van de normbedragen toe te rekenen aan het stationgebruik van persontreinen, de gebruiksafhankelijke kosten af te trekken: € 60 mln (transfer) + € 10,5 (omroepinstallatie) - € 20,4 (gebruiksafhankelijk stations) - € 10,5 (gebruiksafhankelijk omroepinstallatie) = € 39,6 mln. Dit bedrag is toegerekend aan personenvervoer. Vervolgens is dit (norm)bedrag teruggeschaald naar de werkelijke kosten.

⁵⁴ De totale kosten van de energievoorziening (excl. de bedragen onder de kostenposten 'overige bedrijfslasten' en 'sociale lasten') bedroegen in 2002 € 38,1 mln, waarvan € 9,1 mln gebruiksafhankelijk. Vanwege de consistentie gaan we echter uit van het normbedrag voor gebruiksafhankelijke kosten van energievoorziening, € 12,5 mln. Op basis van de verhouding voor 2002 schatten we dat het totale bedrag aan energievoorziening (excl. 'transport Railinfrabeheer') volgens de normkostenbenadering op $38,1 * 12,5 / 9,1 = € 52,4$ mln. Dit impliceert een bedrag van € 39,9 mln aan vaste kosten, wat teruggeschaald neerkomt op € 32,6 mln.

Op dit moment is er nog geen algemeen geaccepteerde geluidsclassificatie van treinverkeer voorhanden. Daarom zijn in deze studie geen differentiaties van de basisniveaus voor treinen naar geluidsemissie berekend.

Wel wordt hieronder een indicatief voorbeeld uitgewerkt. Daarbij is aangesloten bij een onderzoek in opdracht van het Ministerie van VROM in 2002 naar een mogelijke geluidsclassificatie van treinmaterieel⁵⁵. Hierin wordt een classificatie voorgesteld op basis van onder meer de treincategorieën zoals deze in het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï⁵⁶ worden voorgeschreven⁵⁷.

In bijlage L.5 is een berekening gemaakt waaruit blijkt dat de gemiddelde externe kosten van geluid voor een goederentrein circa € 1,92 bedragen.

Vervolgens nemen we aan dat een trein uit klasse 2 ongeveer dezelfde kosten veroorzaakt als een gemiddelde trein, dus € 1,92. Verder nemen we aan dat een stille trein (klasse 4) 50% minder overlast veroorzaakt dan het huidige parkgemiddelde, en dus ook de helft minder aan kosten veroorzaakt: circa € 0,96. Per klasse betekent dit een verschil van € 0,48. Een goederentrein uit klasse 1 zou dan € 0,48 meer moeten betalen dan een gemiddelde goederentrein (klasse 2).

4.6.4 Resultaten toedeling totale kosten

In deze paragraaf presenteren we de totale kosten van onderhoud en beheer.

Hiermee zijn voor de drie modaliteiten weg, binnenvaart en spoor, alledrie de varianten voor bepaling van de infrastructuur kosten aan de orde geweest: de nulsituatie in hoofdstuk 2, de variant met alleen gebruikafhankelijke kosten in hoofdstuk 3 en de variant met zowel gebruikafhankelijke als vaste kosten in dit vierde en laatste hoofdstuk. Achtergrondinformatie over onder meer de berekeningswijzen is te vinden in de bijlagen.

⁵⁵ [dBvision, 2002].

⁵⁶ [Ministerie van VROM, 2001].

⁵⁷ Op dit moment loopt er een project bij onder andere het Ministerie van VROM, V&W en ProRail om deze klasse-indeling te verbeteren en te kijken welke prikkels nodig zijn om stillere treinen te stimuleren. We bevelen aan om hier zoveel mogelijk bij aan te gaan sluiten.

tabel 31 Toedeling totale kosten spoor, in €, per brutotonkm, treinkm of afgenomen kWh

	Normkosten (in € per...*)	Kosten geschaald naar uitgaven 2002 (in € per...*)	Per
Gebruiksafhankelijke kosten			
Baan en kunstwerken (vernieuwing deels gebruiksafhankelijk)	0,0042	0,0034	brutotonkm
<i>Baan en kunstwerken (vernieuwing niet gebruiksafhankelijk)</i>	<i>0,0020</i>	<i>0,0016</i>	<i>brutotonkm</i>
Spoor en treindienstregeling	0,52	0,43	treinkm
Energievoorziening	0,03	0,03	afgenomen kwh
Overig categorie 2	0,03	0,03	treinkm
Vaste kosten			
Energievoorziening	0,38	0,31	treinkm elek- trisch
Stations	0,00	0,27	treinkm per- sonen
Overig vast (vernieuwing deels gebruiksafhankelijk)	4,67	3,82	treinkm
<i>Overig vast (vernieuwing niet ge- bruiksafhankelijk)</i>	<i>5,32</i>	<i>4,35</i>	<i>treinkm</i>

*) Zie laatste kolom.



Referenties

Literatuur

Andersson, 2003

Mats Andersson, *A review of Swedish Data for Railway Infrastructure Maintenance and Renewal Cost Modelling*, 15 september 2003

AVV, 2003

EMS-protocol Emissies door binnenvaart: Verbrandingsmotoren, versie 3, 22-11-2003, Jan Hulskotte TNO MEP, Ernst Bolt AVV IBN, Dick Broekhuizen AVV BIP

AVV / CBS, 2002

Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren 2002, Nijkerk

BAH, 1999

Booz, Allen & Hamilton, 1999 *Railway infrastructure cost causation, Report to Office of the Rail Regulator*, November, 1999

BAH, 2000

Booz, Allen & Hamilton, 2000 *Usage Costs: Issues raised in the regulator's consultation, Report to Office of the Rail Regulator*, London, October, 2000

BON, 2001

Zie DWW, 2002

CBS, 1996

Statistiek van het binnenlands goederenvervoer 1996, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen

CBS, 2002

Energieverbruik door binnenschepen 1997-2000, Maandstatistiek Verkeer en vervoer, jaargang 64, december 2001, CBS, Voorburg/Heerlen

CE, 1999

Efficiënte prijzen voor verkeer: raming van maatschappelijk kosten van het gebruik van verschillende vervoermiddelen, Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft

CE, 2003

External and infrastructure costs of road and rail traffic - analysing European studies, Delft

CE / VU, 2004a

2004a. *Definities en beprijzingsprincipes*; deelonderzoek 1 in het kader IBO Gebruiksvergoeding Goederenvervoer 2004, Delft

CE / VU, 2004b

Verkeerskosten beprijsd; Bijdrage aan prijsbeleid in de Nota Mobiliteit, lopend, Delft

COD, 2002

2002/0304/COD *Voorstel voor een Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad tot wijziging van Richtlijn 97/68/EG betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten inzake maatregelen tegen de uitstoot van verontreinigende gassen en deeltjes door inwendige verbrandingsmotoren die worden gemonteerd in niet voor de weg bestemde mobiele machines*

COM, 2003

Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures, Brussels

dBvision, 2002

Geluidsclassificatie van treinmaterieel, E.H. Waterman, dBvision, 4 juli 2002

DWW, 2000

Gebruikerskosten, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft

DWW, 2002

Basisonderhoudsniveau 2001, Expertisecentrum Beheer en Onderhoud, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft

DWW, 2003

Programma-aanvragen 2005-2009, via email verstrekt

EA-HLG, 1999

Calculating transport Infrastructure Costs, Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 1), April 28, 1999

ECMT, 1998

Efficient transport for Europe; Policies for internalisation of external costs, ECMT 1998

Ecorys, lopend

Charging and pricing in the area of inland shipping - Practical guideline for realistic transport pricing, ECORYS Transport & METTLE, lopend

EU Richtlijn, 1999/62

Richtlijn 1999/62/EG van het Europees Parlement en de Raad van 17 juni 1999 betreffende het in rekening brengen van het gebruik van bepaalde infrastructuurvoorzieningen aan zware vrachtvoertuigen



EU Richtlijn, 2001/14

Richtlijn 2001/14/EG van het Europees Parlement en de Raad van 26 februari 2001 inzake de toewijzing van spoorweginfrastructuurcapaciteit en de heffing van rechten voor het gebruik van spoorweginfrastructuur alsmede inzake veiligheids-certificering

INFRAS/IWW, 2003

External costs of noise - The influence of various reduction measures on the external costs of freight railway noise, Zurich/Karlsruhe, May 2003

IWW / Prognos, 2002

Wegekostenrechnung für das Bundesfernstrassennetz, IWW & Prognos, Basel / Karlsruhe

Johansson and Nilsson, 2002

Johansson P and Nilsson J E Deliverable 10: Infrastructure Cost Case Studies, Annex A3: Aneconomic analysis of track maintenance costs (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds, Leeds, June 2002

KOAC-WMD, 2001

Onderzoek naar de jaarlijkse onderhoudskosten aan het wegennet, veroorzaakt door overbelading van vrachtauto's in Nederland, Rijkswaterstaat, Dienst Wegen en Waterbouwkunde, Delft

Ministerie van VROM, 2001. Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï '96, Directie Geluid en Verkeer, Ministerie van VROM, 27 november 2001

Metrum, 2003

Exploitatiekosten Betuweroute; Eindrapportage, 8 december 2003. Het onderzoek in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DGG-TR is uitgevoerd door Metrum, daarbij ondersteund door KPMG BEA en Strukton

NEA, 2002

Vergelijkingskader modaliteiten III, april 2002

ProRail, 2003a

Tariefberekening Gebruiksvergoeding Nieuwe Stijl, 2003

ProRail, 2003b

Verkeersomvang 2002, 2003

RIVM, 2002

Het spoor in model: energiegebruik en emissies door het railvervoer; Beschrijving en toepassing van het model PRORIN, RIVM rapport 773002 021/2002, A. Gijzen, R.M.M. van den Brink

RIVM, 2004

Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland ten behoeve van Emissiemonitor, jaarcijfers 2001 en ramingen 2002, Rapportagereeks MilieuMonitor, nr. 13, Bilthoven

Swier, 2003

Swier, 2003. *Instandhoudingskosten en 'cost drivers' van railinfrastructuur*, Jan Swier, ProRail B&I, augustus 2003, Utrecht

Taakgroep Verkeer, 2004

Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland ten behoeve van Emissiemonitor, jaarcijfers 2001 en ramingen 2002, RIVM, CBS, TNO, RIZA & AVV, februari 2004

Tebodin/DHV, 1992

Kosten op het spoor: kosten infrastructuur onderzoek NS Goederenvervoer, een afleiding op basis van concurrerende vervoerwijzen, Tebodin/DHV, Amersfoort / Den Haag

TNO, 2003

Emissiefactoren heavy duty wegvoertuigen ten behoeve van EmissieRegistratie 2003, Delft

VROM, 2002

Reken-en meetvoorschrift wegverkeerslawaai 2002, Ministerie van VROM

VU, 2002

Infrastructuurkosten van het goederenwegverkeer: Een verkenning op basis van beschikbare gegevens, Afdeling Ruimtelijke Economie, Amsterdam

Persoonlijke communicatie

AVV, 2004

Ernst Bolt, AVV, april-mei 2004

CBS, 2004

T.A. van Tongeren, CBS

DWW, 2004

W.P. Hoogenboom, Min. V&W, DWW

ProRail, 2004

Gerlof den Buurman en Aldert Gritter, ProRail

Internet

http://www.geocities.com/RodeoDrive/1704/nsm_html/dutch/nsm_eltr.html

<http://www.sbbcargo.ch/index/angebot/wagentypen.htm>

www.db.de



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Onderhoud en beheer van infrastructuur voor goederenvervoer

Deelstudie 2:
Structuur en hoogte van kosten

Bijlagen

Rapport

Delft, september 2004

Opgesteld door: H.P. (Huib) van Essen (CE)
B.H. (Bart) Boon (CE)
M.J. (Mark) Koetse (VU)
F.R. (Frank) Bruinsma (VU)

vrije Universiteit *amsterdam*





A Beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen in het BON⁵⁸

In tabel 32 wordt een overzicht gegeven van het [BON, 2001]. In de 1^e kolom zijn de objectcategorieën (kostenposten) weergegeven terwijl in de 2^e kolom de omvang van de kosten in 2002 is opgenomen. In kolom 3 is gepresenteerd het gedeelte van de kosten dat als gebruiksafhankelijk kan worden beschouwd. Voor de meeste objectcategorieën is het zonder meer duidelijk dat het volledig gebruiksafhankelijke of volledig vaste kosten betreft. Voor een niet gering aantal posten echter geldt dat het deels gebruiksafhankelijke en deels vaste kosten betreft. Voor deze posten is in de meeste gevallen een 'expert opinion' gegeven door DWW omtrent het percentage van de kosten dat als gebruiksafhankelijk gezien kan worden⁵⁹. Kolom 4 en kolom 5, beide het resultaat van kolom 2 en kolom 3, bevatten respectievelijk de absolute omvang van gebruiksafhankelijke en vaste kosten per kostenpost. Daarnaast is in kolom 4 voor iedere post gebruiksafhankelijke kosten opgenomen op welke manier zij afhankelijk is van het verkeer (zie onder aan tabel 32).

tabel 32 Beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen uit het [BON, 2001]; omgezet naar € op basis van huidige gulden/€ koers en van 2001 naar 2002 prijzen op basis van CPI cijfer

Objectcategorie	Kosten 2002	% Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- onafhankelijk
Verhardingen				
Dab- rechterrijstrook	6,3	100%	6,3 ^a	0
Deklaag zoab op dab	58,5	100%	58,5 ^a	0
Zoab rechterrijstrook	16,9	100%	16,9 ^a	0
Zoab vervangen door zoab	51,5	100%	51,5 ^a	0
Reinigen zoab	2,9	50%	1,5 ^b	1,5
Vegen zoab, dab en cb	4,7	100%	4,7 ^b	0
Scheuren, naden, sporen etc	23,5	100%	23,5 ^a	0
Herstraten etc	0,9	100%	0,9 ^a	0
Bermverlagen	3,1	0%	0	3,1
Afwatering, goten, riolering etc	6,8	0%	0	6,8
Onderzoek etc	1,1	0%	0	1,1
Bijkomend werk	8,6	50%	4,3 ^b	4,3
Voorlichting	4,7	0%	0	4,7
Subtotaal verhardingen	189,5		167,9	21,5

⁵⁸ Dank gaat uit naar het DWW voor het beschikbaar stellen van deze cijfers en voor de toestemming om de cijfers in deze bijlage te presenteren. Speciale dank gaat uit naar de heer G. Nagtegaal en de heer C. Van der Vusse voor de tijd en moeite die zij hebben gestoken om de cijfers toepasbaar te maken binnen het kader van dit onderzoek.

⁵⁹ Binnen de categorie kunstwerken waren absolute kosten in plaats van percentages beschikbaar. De percentages gebruiksafhankelijk voor deze kostenposten zijn hieruit afgeleid voor de volledigheid.

Objectcategorie	Kosten 2002	% Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- onafhankelijk
Kunstwerken				
Viaducten bruggen beton	52,3	57%	29,6 ^a	22,7
Tunnels	14,3	7%	0,9 ^a	13,4
Bruggen staal	39,9	33%	13,1 ^a	26,8
Bruggen beweegbaar	5,4	9%	0,5 ^a	4,9
Verkeersmaatregelen	10,2	100%	10,2 ^b	0,0
Portalen	7,8	0%	0	7,8
Veren	11,9	0%	0	11,9
Subtotaal kunstwerken	141,8		54,3	87,5
Verkeersvoorzieningen				
Verlichting	5,3	0%	0	5,3
Geleiderail	8,8	10%	0,9 ^d	8,0
Markering	16,2	50%	8,1 ^b	8,1
Gladheidbestrijding	15,7	0%	0	15,7
Bewegwijzering	5,0	0%	0	5,0
Bebording, bebakening	5,4	10%	0,5 ^b	4,9
Mtm	31,4	10%	3,1 ^a	28,3
Verkeerscentrales	9,0	0%	0	9,0
Drips, tdi's, vri's	5,8	5%	0,3 ^a	5,5
Camera's, monitoring, meld- werk	4,9	0%	0	4,9
Incidentmanagement	3,3	100%	3,3 ^d	0,0
Subtotaal verkeersvoor- zieningen	110,9		16,3	94,6
Landschap en milieu				
Bermen	13,1	0%	0	13,1
Beplantingen	7,9	0%	0	7,9
Sloten	8,1	0%	0	8,1
Ontsnippering	4,2	0%	0	4,2
Geluidwerende voorzieningen	11,0	100%	11,0 ^c	0,0
Afvalverwijdering	7,0	100%	7,0 ^b	0,0
Beheerplannen	0,9	0%	0	0,9
Onkruidbestrijding	1,2	0%	0	1,2
Subtotaal landschap en milieu	53,5		18,1	35,4
Exploitatie				
Beheer	9,5	0%	0	9,5
Huisvesting	12,0	0%	0	12,0
Vervoer	7,6	0%	0	7,6
Energievoorziening obj	8,1	0%	0	8,1
Communicatie	5,2	0%	0	5,2
Wtn	3,8	0%	0	3,8
Vicnet	7,0	0%	0	7,0

Objectcategorie	Kosten 2002	% Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- afhankelijk	Kosten Gebruiks- onafhankelijk
Dms	3,8	0%	0	3,8
V&W net	11,7	0%	0	11,7
Overdrachten	1,4	0%	0	1,4
Subtotaal exploitatie	70,1		0,0	70,1
Buiten de scope geschat				
Verbeteringwerken		54,0	Niet toedelen	
Verbreden t,b,v, contraflow	4,7	0%	0	4,7
Opstellen beheerplannen	9,4	0%	0	9,4
Advies en onderzoek	18,8	0%	0	18,8
Beheer en advies instandhou- ding	28,2	0%	0	28,2
Bodemsanering	2,3	0%	0	2,3
Negatief saldo schaderijdingen	4,7	100%	4,7 ^d	0
	68,0		4,7	63,3
Totaal BON [2001]	633,8		261,3	372,5

^a Kosten afhankelijk van aantal verreden kilometers en gewicht.

^b Kosten afhankelijk van aantal verreden kilometers.

^c Kosten afhankelijk van aantal verreden kilometers en geluidproductie per voertuig.

^d Kosten afhankelijk van aantal en ernst van verkeersongevallen.



B Toedeling gebruiksafhankelijke en vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen

B.1 Toedeling gebruiksafhankelijke beheer- en onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers en voertuiggewicht

In tabel 33 wordt een overzicht gegeven van de toedeling van gebruiksafhankelijke onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers en voertuiggewicht. Zoals besproken in paragraaf 3.2.4 worden deze kosten toegedeeld op basis van het aantal verreden kilometers maal asschadefactor. De 2^e kolom in tabel 33 bevat het aantal verreden kilometers. De 3^e kolom bevat de asschadefactor per voertuig op basis van $n=2$ (zie paragraaf 3.2.4). Kolom 4 is het product van kolom 2 en 3 (gewogen kilometers $n=2$) en het percentage van de totale kosten dat wordt toegedeeld aan de voertuigcategorieën op basis van $n=2$ (6% van de totale kosten) is opgenomen in kolom 5. Dit percentage is berekend door het aantal gewogen kilometers ($n=2$) per voertuig te delen door het totaal aantal gewogen kilometers.

Kolom 6 bevat de asschadefactor per voertuig op basis van $n=4$ (zie paragraaf 3.2.4) en kolom 7 is het product van kolom 2 en 6 (gewogen kilometers $n=4$). Het percentage van de totale kosten dat wordt toegedeeld aan de voertuigcategorieën op basis van $n=4$ (94% van de totale kosten) is opgenomen in kolom 8. Dit percentage is berekend door het aantal gewogen kilometers ($n=4$) per voertuig te delen door het totaal aantal gewogen kilometers.

tabel 33 Toedeling gebruiksaafhankelijke onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers en voertuiggewicht

	Vkm (2)	As n=2 (3)	(2) * (3)	Percentage Van kosten	As n=4 (6)	(2) * (6)	Percentage van kosten
Auto	39017,9	0,0066	258,8	5,2%	0,0000	0,9	0,04%
Bus							
std/strk	11,7	0,8437	9,9	0,2%	0,3559	4,2	0,19%
Bus, touring	105,6	1,1276	119,1	2,4%	0,5086	53,7	2,49%
Motorfiets	487,8	0,0030	1,5	0,0%	0,0000	0,0	0,00%
Bestelauto	3762,2	0,0174	65,6	1,3%	0,0002	0,6	0,03%
Vracht solo < 12 ton vol							
2,5 - 5,5 t	108,1	0,0349	3,8	0,1%	0,0006	0,1	0,00%
5,5 - 9 t	47,1	0,1356	6,4	0,1%	0,0092	0,4	0,02%
9 - 12 t	72,3	0,3450	25,0	0,5%	0,0595	4,3	0,20%
Vrachtauto solo < 12 ton leeg							
2,5 - 5,5 t	36,4	0,0153	0,6	0,0%	0,0001	0,0	0,00%
5,5 - 9 t	16,1	0,0528	0,8	0,0%	0,0014	0,0	0,00%
9 - 12 t	24,6	0,0800	2,0	0,0%	0,0032	0,1	0,00%
Vrachtauto solo > 12 ton vol							
12 - 16 t	381,1	0,5311	202,4	4,1%	0,1410	53,7	2,49%
16 - 22 t	310,2	0,8150	252,8	5,1%	0,2214	68,7	3,18%
22 - 30 t	95,9	1,4414	138,2	2,8%	0,5936	56,9	2,63%
30 - 35 t	31,0	2,2665	70,3	1,4%	1,2843	39,8	1,84%
35 - 45 t	16,9	3,3380	56,5	1,1%	2,4760	41,9	1,94%
45 - 50 t	5,4	3,7479	20,1	0,4%	2,8094	15,1	0,70%
Vrachtauto solo > 12 ton leeg							
12 - 16 t	129,7	0,1800	23,4	0,5%	0,0162	2,1	0,10%
16 - 22 t	139,6	0,1408	19,7	0,4%	0,0066	0,9	0,04%
22 - 30 t	57,8	0,2064	11,9	0,2%	0,0122	0,7	0,03%
30 - 35 t	28,2	0,3025	8,5	0,2%	0,0229	0,6	0,03%
35 - 45 t	15,5	0,3756	5,8	0,1%	0,0313	0,5	0,02%
45 - 50 t	5,9	0,4500	2,7	0,1%	0,0405	0,2	0,01%
Vrachtauto combinatie (> 12t) vol							
12 - 16 t	15,1	0,2243	3,4	0,1%	0,0168	0,3	0,01%
16 - 22 t	41,0	0,6275	25,7	0,5%	0,1312	5,4	0,25%
22 - 33 t	58,3	0,8791	51,3	1,0%	0,2208	12,9	0,60%
33 - 40 t	141,9	1,7481	248,1	5,0%	0,7640	108,4	5,02%
40 - 45 t	182,9	1,8305	334,9	6,7%	1,2094	221,2	10,24%
45 - 50 t	172,5	2,2500	388,2	7,8%	1,3761	237,4	10,99%
Vrachtauto combinatie (> 12t) leeg							
12 - 16 t	3,8	0,0833	0,3	0,0%	0,0023	0,0	0,00%
16 - 22 t	12,6	0,1633	2,1	0,0%	0,0089	0,1	0,01%
22 - 33 t	18,9	0,3457	6,5	0,1%	0,0341	0,6	0,03%
33 - 40 t	48,9	0,4900	24,0	0,5%	0,0600	2,9	0,14%
40 - 45 t	71,0	0,4709	33,4	0,7%	0,0800	5,7	0,26%
45 - 50 t	95,6	0,3871	37,0	0,7%	0,0407	3,9	0,18%
Trekker met oplegger (>12t) vol							
12 - 16 t	3,8	0,2716	1,0	0,0%	0,0246	0,1	0,00%
16 - 22 t	59,9	0,7503	45,0	0,9%	0,1876	11,2	0,52%
22 - 32 t	134,0	0,9943	133,3	2,7%	0,3403	45,6	2,11%
32 - 38 t	280,7	1,4616	410,3	8,2%	0,7354	206,4	9,55%
38 - 45 t	600,8	1,3354	802,3	16,1%	0,6494	390,2	18,06%
45 - 50 t	465,8	2,0799	968,9	19,4%	1,1758	547,8	25,35%
Trekker met oplegger (>12t) leeg							
12 - 16 t	2,5	0,1200	0,3	0,0%	0,0048	0,0	0,00%
16 - 22 t	20,5	0,2133	4,4	0,1%	0,0152	0,3	0,01%
22 - 32 t	33,1	0,2602	8,6	0,2%	0,0233	0,8	0,04%
32 - 38 t	89,9	0,3359	30,2	0,6%	0,0388	3,5	0,16%
38 - 45 t	205,0	0,2787	57,1	1,1%	0,0283	5,8	0,27%
45 - 50 t	233,7	0,2816	65,8	1,3%	0,0216	5,0	0,23%
Totaal	47.899,7		4.987,7	100%		2.161,1	100%

B.2 Toedeling gebruiksfhankelijke beheer- en onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers

In tabel 34 wordt een overzicht gegeven van de toedeling van gebruiksfhankelijke onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers. De omvang van deze kosten is, voor alle duidelijkheid, niet gerelateerd aan het gewicht van een voertuig. Deze kosten worden dan ook toegedeeld op basis van het aantal verreden kilometers. De 2^e kolom in tabel 34 bevat het aantal verreden kilometers en de 3^e kolom bevat het percentage van de totale kosten dat wordt toegeedeeld aan de voertuigcategorieën. Dit percentage is berekend door het aantal verreden kilometers per voertuig te delen door het totaal aantal verreden kilometers.

tabel 34 Toedeling gebruiksfhankelijke onderhoudskosten van slijtage gerelateerd aan voertuigkilometers

	V/km	Percentage van kosten
Auto	39017,9	81,458%
Bus std/strk	11,7	0,024%
Bus, touring	105,6	0,220%
Motorfiets	487,8	1,018%
Bestelauto	3762,2	7,854%
Vrachtauto solo < 12 ton vol		
2,5 - 5,5 t	108,1	0,226%
5,5 - 9 t	47,1	0,098%
9 - 12 t	72,3	0,151%
Vrachtauto solo < 12 ton leeg		
2,5 - 5,5 t	36,4	0,076%
5,5 - 9 t	16,1	0,034%
9 - 12 t	24,6	0,051%
Vrachtauto solo > 12 ton vol		
12 - 16 t	381,1	0,796%
16 - 22 t	310,2	0,648%
22 - 30 t	95,9	0,200%
30 - 35 t	31,0	0,065%
35 - 45 t	16,9	0,035%
45 - 50 t	5,4	0,011%
Vrachtauto solo > 12 ton leeg		
12 - 16 t	129,7	0,271%
16 - 22 t	139,6	0,291%
22 - 30 t	57,8	0,121%
30 - 35 t	28,2	0,059%
35 - 45 t	15,5	0,032%
45 - 50 t	5,9	0,012%
Vrachtauto combinatie (> 12t) vol		
12 - 16 t	15,1	0,032%
16 - 22 t	41,0	0,086%
22 - 33 t	58,3	0,122%
33 - 40 t	141,9	0,296%
40 - 45 t	182,9	0,382%
45 - 50 t	172,5	0,360%
Vrachtauto combinatie (> 12t) leeg		
12 - 16 t	3,8	0,008%
16 - 22 t	12,6	0,026%
22 - 33 t	18,9	0,040%
33 - 40 t	48,9	0,102%
40 - 45 t	71,0	0,148%
45 - 50 t	95,6	0,200%
Trekker met oplegger (>12t) vol		
12 - 16 t	3,8	0,008%
16 - 22 t	59,9	0,125%
22 - 32 t	134,0	0,280%
32 - 38 t	280,7	0,586%
38 - 45 t	600,8	1,254%
45 - 50 t	465,8	0,973%
Trekker met oplegger (>12t) leeg		
12 - 16 t	2,5	0,005%
16 - 22 t	20,5	0,043%
22 - 32 t	33,1	0,069%
32 - 38 t	89,9	0,188%
38 - 45 t	205,0	0,428%
45 - 50 t	233,7	0,488%
Totaal	47.899,7	100%



B.3 Toedeling gebruiksfhankelijke beheer- en onderhoudskosten van geluidsproductie

In tabel 35 wordt een overzicht gegeven van de toedeling van gebruiksfhankelijke onderhoudskosten van geluidwerende voorzieningen. De omvang van geluids-overlast, en dus de omvang en onderhoudskosten van geluidwerende voorzieningen, zijn gerelateerd aan de intensiteit van het verkeer en de geluidsproductie van voertuigen. Deze kosten worden dan ook toegedeeld op basis van het aantal verreden kilometers maal een geluidweegfactor per voertuig (waarin de relatieve hoeveelheid geproduceerd geluid per voertuig tot uitdrukking komt). De 2^e en 3^e kolom tabel 35 bevatten respectievelijk het aantal verreden kilometers en de geluidweegfactoren. Kolom 4 is het product van kolom 1 en 2 (de weging van het aantal kilometers en de 5^e kolom bevat het percentage van de totale kosten dat wordt toegedeeld aan de voertuigcategorieën. Dit percentage is berekend door het aantal gewogen kilometers per voertuig te delen door het totaal aantal gewogen kilometers.

tabel 35 Toedeling gebruiksafhankelijke onderhoudskosten van geluidwerende voorzieningen

Voertuig	Vkm (2)	Weegfactoren (3)	(2) * (3)	Percentage van kosten
Auto	39017,9	1,0	39018	57,00%
Bus std/strk	11,7	3,3	38	0,06%
Bus, touring	105,6	3,3	348	0,51%
Motorfiets	487,8	4,2	2049	2,99%
Bestelauto	3762,2	1,2	4515	6,60%
Vrachtauto solo < 12 ton vol				
2,5 - 5,5 t	108,1	3,0	324	0,47%
5,5 - 9 t	47,1	3,0	141	0,21%
9 - 12 t	72,3	3,0	217	0,32%
Vrachtauto solo < 12 ton leeg				
2,5 - 5,5 t	36,4	3,0	109	0,16%
5,5 - 9 t	16,1	3,0	48	0,07%
9 - 12 t	24,6	3,0	74	0,11%
Vrachtauto solo > 12 ton vol				
12 - 16 t	381,1	4,2	1601	2,34%
16 - 22 t	310,2	4,2	1303	1,90%
22 - 30 t	95,9	4,2	403	0,59%
30 - 35 t	31,0	4,2	130	0,19%
35 - 45 t	16,9	4,2	71	0,10%
45 - 50 t	5,4	4,2	23	0,03%
Vrachtauto solo > 12 ton leeg				
12 - 16 t	129,7	4,2	545	0,80%
16 - 22 t	139,6	4,2	586	0,86%
22 - 30 t	57,8	4,2	243	0,35%
30 - 35 t	28,2	4,2	118	0,17%
35 - 45 t	15,5	4,2	65	0,10%
45 - 50 t	5,9	4,2	25	0,04%
Vrachtauto combinatie (> 12t) vol				
12 - 16 t	15,1	5,5	83	0,12%
16 - 22 t	41,0	5,5	226	0,33%
22 - 33 t	58,3	5,5	321	0,47%
33 - 40 t	141,9	5,5	781	1,14%
40 - 45 t	182,9	5,5	1006	1,47%
45 - 50 t	172,5	5,5	949	1,39%
Vrachtauto combinatie (> 12t) leeg				
12 - 16 t	3,8	5,5	21	0,03%
16 - 22 t	12,6	5,5	69	0,10%
22 - 33 t	18,9	5,5	104	0,15%
33 - 40 t	48,9	5,5	269	0,39%
40 - 45 t	71,0	5,5	390	0,57%
45 - 50 t	95,6	5,5	526	0,77%
Trekker met oplegger (>12t) vol				
12 - 16 t	3,8	5,5	21	0,03%
16 - 22 t	59,9	5,5	330	0,48%
22 - 32 t	134,0	5,5	737	1,08%
32 - 38 t	280,7	5,5	1544	2,26%
38 - 45 t	600,8	5,5	3305	4,83%
45 - 50 t	465,8	5,5	2562	3,74%
Trekker met oplegger (>12t) leeg				
12 - 16 t	2,5	5,5	14	0,02%
16 - 22 t	20,5	5,5	113	0,16%
22 - 32 t	33,1	5,5	182	0,27%
32 - 38 t	89,9	5,5	494	0,72%
38 - 45 t	205,0	5,5	1128	1,65%
45 - 50 t	233,7	5,5	1285	1,88%
Totaal	47.899,7		68.453	100%



B.4 Toedeling gebruiksfhankelijke beheer- en onderhoudskosten van ongevallen

In tabel 36 wordt een overzicht gegeven van de toedeling van kosten van verkeersongevallen. Zoals besproken in de hoofdtekst worden deze kosten toegeëld op basis van het relatieve aantal doden bij verkeersongevallen. De 2^e kolom tabel 36 bevat het aantal doden per voertuigcategorïe buiten de bebouwde kom. Dit cijfer is binnen het vrachtverkeer slechts beschikbaar voor de 4 hoofdcategorïeën. Het is verder gedifferentieerd op basis van voertuigkilometers van de onderscheiden vrachtautocategorïeën. De 3^e kolom bevat het percentage van de totale kosten dat wordt toegedeeld aan de voertuigcategorïeën. Dit percentage is berekend door het aantal doden per voertuigcategorïe te delen door het totaal aantal doden.

tabel 36 Toedeling gebruiksfhankelijke beheer- en onderhoudskosten van schade door verkeersongevallen

Voertuig	Aantal doden	Percentage Van kosten
Auto	405	98,19%
Bus std/strk	4,5	0,00%
Bus, touring	4,5	0,00%
Motorfiets	28	0,08%
Bestelauto	68	1,59%
Vrachtauto solo < 12 ton vol		
2,5 - 5,5 t	9,6	0,01%
5,5 - 9 t	4,2	0,00%
12 - 16 t	6,4	0,00%
Vrachtauto solo < 12 ton leeg		
2,5 - 5,5 t	3,2	0,00%
5,5 - 9 t	1,4	0,00%
12 - 16 t	2,2	0,00%
Vrachtauto solo > 12 ton vol		
12 - 16 t	8,5	0,02%
16 - 22 t	6,9	0,01%
22 - 30 t	2,1	0,00%
30 - 35 t	0,7	0,00%
35 - 45 t	0,4	0,00%
45 - 50 t	0,1	0,00%
Vrachtauto solo > 12 ton leeg		
12 - 16 t	2,9	0,00%
16 - 22 t	3,1	0,00%
22 - 30 t	1,3	0,00%
30 - 35 t	0,6	0,00%
35 - 45 t	0,3	0,00%
45 - 50 t	0,1	0,00%
Vrachtauto combinatie (> 12t) vol		
12 - 16 t	0,2	0,00%
16 - 22 t	0,6	0,00%
22 - 33 t	0,8	0,00%
33 - 40 t	2	0,00%
40 - 45 t	2,6	0,00%
45 - 50 t	2,4	0,00%

Voertuig	Aantal doden	Percentage Van kosten
Vrachtauto combinatie (> 12t) leeg		
12 - 16 t	0,1	0,00%
16 - 22 t	0,2	0,00%
22 - 33 t	0,3	0,00%
33 - 40 t	0,7	0,00%
40 - 45 t	1	0,00%
45 - 50 t	1,3	0,00%
Trekker met oplegger (>12t) vol		
12 - 16 t	0,1	0,00%
16 - 22 t	0,8	0,00%
22 - 32 t	1,9	0,00%
32 - 38 t	3,9	0,01%
38 - 45 t	8,4	0,03%
45 - 50 t	6,5	0,02%
Trekker met oplegger (>12t) leeg		
12 - 16 t	0	0,00%
16 - 22 t	0,3	0,00%
22 - 32 t	0,5	0,00%
32 - 38 t	1,3	0,00%
38 - 45 t	2,9	0,00%
45 - 50 t	3,3	0,00%
Totaal	606	100%

B.5 Toedeling van vaste beheer- en onderhoudskosten

In tabel 37 is de toedeling van vaste beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen opgenomen. De 2^e kolom bevat het aantal voertuigkilometers per voertuigcategorie en de 3^e kolom bevat de weegfactoren gebaseerd op het Eurovignet (zie paragraaf 4.4.2). De 4^e kolom is het product van kolom 2 en 3 (gewogen kilometers) en kolom 5 bevat het percentage van de totale kosten dat wordt toegedeeld aan de voertuigcategorieën. Dit percentage is berekend door het aantal gewogen kilometers per voertuig te delen door het totaal aantal gewogen kilometers.

tabel 37 Toedeling vaste beheer- en onderhoudskosten

	Vkm (2)	Eurovignet (3)	(2) * (3)	Percentage Van kosten
Auto	39017,9	1	39017,9	68,5%
Bus std/strk	11,7	3	35,1	0,1%
Bus, touring	105,6	3	316,8	0,6%
Motorfiets	487,8	0,5	243,9	0,4%
Bestelauto	3762,2	1	3762,2	6,6%
Vrachtauto solo < 12 ton vol				
2,5 - 5,5	108,1	3	324,3	0,6%
5,5 - 9	47,1	3	141,3	0,2%
9 - 12	72,3	3	217,0	0,4%
Vrachtauto solo < 12 ton leeg				
2,5 - 5,5	36,4	3	109,2	0,2%
5,5 - 9	16,1	3	48,2	0,1%
9 - 12	24,6	3	73,9	0,1%
Vrachtauto solo > 12 ton vol				
12 - 16	381,1	3	1143,4	2,0%
16 - 22	310,2	3	930,7	1,6%
22 - 30	95,9	3	287,7	0,5%
30 - 35	31,0	3	93,1	0,2%
35 - 45	16,9	3	50,8	0,1%
45 - 50	5,4	3	16,1	0,0%
Vrachtauto solo > 12 ton leeg				
12 - 16	129,7	3	389,2	0,7%
16 - 22	139,6	3	418,8	0,7%
22 - 30	57,8	3	173,4	0,3%
30 - 35	28,2	3	84,6	0,1%
35 - 45	15,5	3	46,5	0,1%
45 - 50	5,9	3	17,8	0,0%
Vrachtauto combinatie (> 12t) vol				
12 - 16	15,1	3	45,4	0,1%
16 - 22	41,0	3	123,0	0,2%
22 - 33	58,3	3	175,0	0,3%
33 - 40	141,9	3	425,8	0,7%
40 - 45	182,9	3	548,8	1,0%
45 - 50	172,5	3	517,6	0,9%
Vrachtauto combinatie (> 12t) leeg				
12 - 16	3,8	3	11,4	0,0%
16 - 22	12,6	3	37,8	0,1%
22 - 33	18,9	3	56,8	0,1%
33 - 40	48,9	3	146,7	0,3%
40 - 45	71,0	3	212,9	0,4%
45 - 50	95,6	3	286,7	0,5%
Trekker met oplegger (>12t) vol				
12 - 16	3,8	3	11,4	0,0%
16 - 22	59,9	3	179,8	0,3%
22 - 32	134,0	3	402,1	0,7%
32 - 38	280,7	3	842,1	1,5%
38 - 45	600,8	3	1802,5	3,2%
45 - 50	465,8	3	1397,5	2,5%
Trekker met oplegger (>12t) leeg				
12 - 16	2,5	3	7,6	0,0%
16 - 22	20,5	3	61,5	0,1%
22 - 32	33,1	3	99,4	0,2%
32 - 38	89,9	3	269,7	0,5%
38 - 45	205,0	3	615,0	1,1%
45 - 50	233,7	3	701,1	1,2%
Totaal	47899,7		56919,4	100%



C Berekening van asschadefactoren

In deze bijlage wordt een voorbeeld gegeven van het berekenen van de asschadefactor van een voertuig. Dit voorbeeld betreft een door ons voor dit rapport aangepaste versie van een voorbeeld afkomstig van DWW⁶⁰.

Bepalen asschade

Voor het ontwerp van verhardingen wordt rekening gehouden met de invloed van vrachtoertuigen op de schade (Handleiding Wegenbouw - Ontwerp Verhardingen). Een gebruikte parameter is de asschade. In de dimensioneringsmethode van verhardingen worden asgewichten uitgedrukt in equivalente standaardaslasten van 10 ton. Uitgangspunt is dat de schade die een willekeurige as toebrengt in relatie tot de schade die een as van 10 ton aan de verharding toebrengt. Hierbij wordt uitgegaan van een 4de machtsrelatie tussen de omvang van de aslast en de schade die door diezelfde aslast wordt veroorzaakt.

In het DWW rapport 'Breedbanden en zwaar verkeer' wordt de volgende formule gebruikt:

$$\text{Asschadefactor} = \{\text{asconfiguratiefactor} * (A/A_{\text{std}})\}^4$$

A is hier de werkelijke aslast in tonnen, A_{std} is de standaardaslast gelijk aan 10 ton en de asconfiguratiefactor is een factor die de invloed van de asconfiguratie op de asschadefactor weergeeft. In tabel 38 zijn de waarden van de verschillende asconfiguraties gepresenteerd.

tabel 38 Asconfiguratiewaarden

Type asconfiguratie	Waarde
Enkele as	1,0
Tandem as	0,6
Tridem as	0,45

Voorbeeld

Voor het voorbeeld gebruiken we een vrachtauto met 5 assen met de volgende gewichtsverdeling:

- As 1 is belast met 7 ton;
- As 2 is belast met 11,5 ton;
- As 3 is belast met 10 ton;
- As 4 is belast met 9 ton;
- As 5 is belast met 9 ton;
- As 4 en 5 vormen tezamen een tandem as.

⁶⁰ Een woord van dank gaat hiervoor uit naar de heer R. van Doorn.

De wegbelasting (asschadefactor) per as voor dit voertuig is als volgt:

- wegbelasting van as 1 = $\{1,0 \times (7/10)\}^4 = 0,24$;
- wegbelasting van as 2 = $\{1,0 \times (11.5/10)\}^4 = 1,75$;
- wegbelasting van as 3 = $\{1,0 \times (10/10)\}^4 = 1,00$;
- wegbelasting van asstel 4&5 = $\{0,6 \times (2 \times 9/10)\}^4 = 1,36$.

De wegbelasting (asschadefactor) van het totale voertuig is gelijk aan $0,24 + 1,75 + 1,00 + 1,36 = 4,35$.



D Gedetailleerde resultaten goederenvervoer over de weg

In tabel 39 zijn voor het goederenvervoer de meest gedetailleerde beheer- en onderhoudskosten van rijkswegen per kilometer gepresenteerd. Merk op dat vaste kosten verschillen per Euroklasse maar zijn identiek binnen iedere vrachtautocategorie. Gebruiksafhankelijke kosten daarentegen verschillen per vrachtautocategorie maar niet per Euroklasse.

Op basis van deze kosten kunnen kosten per kilometer worden berekend voor vele indelingen van vrachtauto's. Vast kosten zijn identiek voor ieder type vrachtauto (gedefinieerd in ton; per Euroklasse verschillen de kosten immers). Hier hoeft dientengevolge geen transformatie plaats te vinden om tot kosten per kilometer voor de nieuwe indeling te komen.

Om tot gebruiksafhankelijke kosten per kilometer te komen voor een nieuwe indeling vrachtauto's dient een gewogen gemiddelde berekend te worden met de voertuigkilometers als weegfactoren. Hieronder een voorbeeld om de kosten per kilometer te berekenen voor een gemiddelde *vrachtauto solo < 12 ton*.

Gebruiksafhankelijke kosten vrachtauto solo < 12 ton per kilometer =

$$\frac{\{108,1 * 0,25 + 47,1 * 0,34 + 72,3 * 0,81 + 36,4 * 0,24 + 16,1 * 0,26 + 24,6 * 0,28\}}{\{108,1 + 47,1 + 72,3 + 36,4 + 16,1 + 24,67\}}$$

= 0.40 cent per voertuigkilometer (zie tabel 9 ook en tabel 25).

tabel 39 Vaste kosten (basiskosten en differentiatie naar Euroklasse) en gebruiksafhankelijke (variabele) kosten van beheer en onderhoud van rijkswegen in 2002 voor het goederenvervoer (in cent per voertuigkilometer) en bijbehorende voertuigkilometers

Type	Vast		Vast						Variabel	VKM
	Basis	Pre Euro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5		
Vrachtauto solo < 12 ton beladen										
2,5 - 5,5 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,25	108,1
5,5 - 9 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,34	47,1
9 - 12 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,81	72,3
Vrachtauto solo < 12 ton onbeladen										
2,5 - 5,5 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,24	36,4
5,5 - 9 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,26	16,1
9 - 12 t	1,82	2,98	2,79	1,66	1,55	1,14	0,91	0,91	0,28	24,6
Vrachtauto solo > 12 ton beladen										
12 - 16 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	1,45	381,1
16 - 22 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	2,18	310,2
22 - 30 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	5,40	95,9
30 - 35 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	11,29	31,0
35 - 45 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	21,38	16,9
45 - 50 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	24,23	5,4

Type	Vast	Vast							Variabel	VKM
	Basis	Pre Euro	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5		
Vrachtauto solo > 12 ton onbeladen										
12 - 16 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,34	129,7
16 - 22 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,25	139,6
22 - 30 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,31	57,8
30 - 35 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,42	28,2
35 - 45 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,51	15,5
45 - 50 t	1,82	3,03	2,58	1,77	1,67	1,26	0,91	0,91	0,60	5,9
Vrachtauto combinatie (> 12t) beladen										
12 - 16 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,36	15,1
16 - 22 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	1,40	41,0
22 - 33 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	2,20	58,3
33 - 40 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	6,88	141,9
40 - 45 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	10,58	182,9
45 - 50 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	12,05	172,5
Vrachtauto combinatie (> 12t) onbeladen										
12 - 16 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,21	3,8
16 - 22 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,28	12,6
22 - 33 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,53	18,9
33 - 40 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,78	48,9
40 - 45 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,94	71,0
45 - 0 t	1,82	2,88	2,87	1,79	1,65	1,24	0,91	0,91	0,60	95,6
Trekker met oplegger (>12t) beladen										
12 - 16 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,44	3,8
16 - 22 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	1,89	59,9
22 - 32 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	3,21	134,0
32 - 38 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	6,58	280,7
38 - 45 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	5,84	600,8
45 - 50 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	10,36	465,8
Trekker met oplegger (>12t) onbeladen										
12 - 16 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,24	2,5
16 - 22 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,35	20,5
22 - 32 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,42	33,1
32 - 38 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,57	89,9
38 - 45 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,47	205,0
45 - 50 t	1,82	2,98	2,80	1,97	1,82	1,42	0,91	0,91	0,41	233,7

E Gebruik rijksvaarwegen

tabel 40 Gebruik Rijksvaarwegen

Vaarwegklasse	Vaarweg	Vaarwegnummer	Passages binnenvaart	Passages recreatievaart
VW1 (Hoofd-transportassen)	Boven-Rijn en Waal ⁶¹	101	168.589	64.276
	Amsterdam Rijkkanaal	225	73.523	5.083
	Noordzeekanaal	233	62.085	49.087
	Oosterschelde	138	3.450	40.289
	Volkerak/Zoommeer	129 en 143	212.157	86.972
	Kanaal Gent-Terneuzen	130	56.759	2.694
	<i>Totaal VW1</i>			<i>576.563 (70%)</i>
VW2 (Hoofd-vaarwegen)	Nederrijn en Lek	102 en 103	34.795	24.077
	IJssel	84	12.093	10.315
	Twentekanal	81	11.969	2.332
	Bovenmaas	150	93.162	53.746
	<i>Totaal VW2</i>			<i>152.019 (63%)</i>
VW3 (Overige vaarwegen)	Randmeren Oost	84 en 86	24.093	34.920
	Randmeren Zuid	229	7.049	70.014
	Grevelingenmeer	141	1.233	41.108
	Veerse Meer	135	1.422	29.498
<i>Totaal VW3</i>			<i>33.797 (16%)</i>	<i>175.540 (84%)</i>
<i>Totaal alle vaarwegen</i>			<i>762.379 (60%)</i>	<i>514.411 (40%)</i>

Bron: bewerking [AVV, 2002].

⁶¹ Vaarwegnummer 101 heeft betrekking op de Boven-Rijn. Deze valt in de vaarweg-categorie Boven-Rijn en Waal. Er zijn ons geen telpunten bekend op de Waal. Wanneer hiervoor gecorrigeerd zou worden, zou dit mogelijk leiden tot een iets hoger aandeel van de binnenvaart in de passages.



F O&B-uitgaven decentrale overheden voor waterwegen en bepaling vaarwegfunctieaandeel bij rijkswaterwegen

F.1 Berekeningswijze van de kosten van O&B voor decentrale overheden

Voor de volledigheid geven we hier de berekeningswijze van de kosten van O&B voor decentrale overheden. De bronvermeldingen zijn in de hoofdtekst te vinden.

Vaste kosten O&B vaarwegen in beheer bij decentrale overheden

De uitgaven aan O&B van vaarwegen bedroegen volgens het CBS⁶² in 1992 en 2001 nominaal respectievelijk € 54 en € 108 mln. Het is bij het CBS niet bekend of dit inclusief de kosten van bediening is. We nemen aan dat dit wel het geval is. In reële termen was dit € 70 en € 112 mln (€ 2002), dit impliceert een reële groei-voet van 5,4%. Op basis van deze groeivoet ramen we de reële uitgaven voor het jaar 2002 op € 118 mln.

We nemen aan dat 81% hiervan betrekking heeft op de binnenwateren, ofwel hetzelfde percentage als van de uitgaven aan rijkswateren incl. bediening. Er resulteert: € 96 mln. Bij gebrek aan informatie over de gebruiksaafhankelijke O&B kosten op lokaal niveau nemen we aan dat hetzelfde percentage gebruiksaafhankelijk is als op rijksniveau. Op rijksniveau bedroeg het aandeel van de totale gebruiksaafhankelijke kosten (incl. bediening) in de kosten voor binnenwateren $(14 + 25) / (250 + 50) = 13\%$. 13% van de kosten voor binnenwateren op lokaal niveau bedraagt € 13 mln. De schatting voor de vaste O&B kosten op lokaal niveau aan binnenwateren bedraagt derhalve € 84 mln.

De toedeling tussen binnenvaart en recreatievaart geschiedt wederom op basis van capaciteitsbeslag. We nemen aan dat 16% van het aantal vaarkilometers binnenvaart betreft. Daarnaast nemen we aan, bij gebrek aan meer nauwkeurige informatie, dat de verdeling van de vaartuigkilometers over de vaartuigklassen voor waterwegen in lokaal beheer niet afwijkt van de verdeling over rijkswaterwegen. De (gewogen) gemiddelde lengte van een binnenvaartschip bedraagt derhalve 106 meter (afgeleid uit tabel 26, totale lengte kms binnenvaart = 5,8 mld; totale afstand binnenvaart 55 mln kms; $5,8 \text{ mld.} / 55 \text{ mln} = 106 \text{ meter}$). 84% betreft recreatievaart met een geschatte scheepslengte van 10 meter.

Dit leidt ertoe dat $67\% (= (0,16 \cdot 106) / (0,16 \cdot 106 + 0,84 \cdot 10))$ van de vaste kosten van O&B van lokale overheden aan de binnenvaart wordt toegerekend, ofwel € 56 mln.

⁶² DWW twijfelt aan de volledigheid van deze cijfers, naar haar zeggen bedroegen de kosten voor alleen de Provincie Zuid-Holland in 2004 al € 22 mln. Willen we in het kader van dit of een ander onderzoek hier meer uitspraken over doen, dan is nader onderzoek gewenst. Ditzelfde geldt voor de opbrengsten van lokale overheden.

Gebruiksafhankelijke kosten O&B vaarwegen in beheer decentrale overheden

Over de hoogte van de gebruiksafhankelijke kosten is geen informatie beschikbaar. We nemen aan dat het aandeel van de gebruiksafhankelijke kosten voor de lokale uitgaven gelijk is aan het aandeel voor de rijksuitgaven.

Op rijksniveau bedroeg het aandeel van de totale gebruiksafhankelijke kosten (incl. bediening) in de kosten voor binnenwateren $(14 + 25) / (250 + 50) = 13\%$. 13% van de kosten voor binnenwateren op lokaal niveau bedraagt € 13 mln.

Toerekening tussen binnenvaart en recreatievaart doen we op basis van het aantal voertuigkilometers/passages. Dit resulteert in toerekening aan de binnenvaart van 16% (zie hoofdtekst) van de gebruiksafhankelijke kosten, ofwel € 2 mln.

De heffingen (voornamelijk havengelden) bedragen circa € 26 mln [NEA, 2002]⁶³. De betrouwbaarheid van dit cijfer is discutabel.

Bij gebrek aan nauwkeurige informatie schatten we in dat hiervan € 16 mln wordt betaald door de binnenvaart.

F.2 Kostenschema binnenvaart

Om extra inzicht te geven in de toerekening van de kosten van Onderhoud en Beheer van waterwegen presenteren we hier in tabelvorm een afpelschema.

tabel 41 Toerekening gebruiksafhankelijke kosten binnenvaart (in mln €)⁶⁴

	O&B	Bediening	Totaal Rijk	Tot. Dec. Overh.
Totaal	441	55	496	Niet beschikbaar
W.v. betrekking op vaarwegen	71%	100%	74%	
	313	55	368	118
W.v. betrekking op binnenwateren	80%	90%	81%	81%
	250	50	300	96
W.v. gebruiksafhankelijk	6%	50%	13%	13%
	14	25	39	13
W.v. toe te rekenen aan de binnenvaart	65%	80%	75%	16%
<i>Totaal gebruiksafhankelijk binnenvaart</i>	9	20	29	2

⁶³ Bron: [NEA, 2002].

⁶⁴ Let wel: de mate van nauwkeurigheid waarin deze cijfers worden gepresenteerd (1 decimaal) reflecteert niet de hoge mate van onzekerheid die bestaat omtrent deze getallen.

tabel 42 Toerekening vaste kosten binnenvaart (in mln €)

	O&B	Bediening	Totaal Rijk	Tot. Dec. Overh.
Totaal binnenwateren – gebruiksafhankelijk	236	25	261	84
W.v. toe te rekenen aan de binnenvaart	94%	94%	94%	67%
Totaal vast binnenvaart	222	23	246	56



G Vernieuwingskosten spoor in de (internationale) literatuur

De internationale literatuur lijkt erop te duiden dat ook kosten van vernieuwing gebruiksafhankelijk kunnen zijn. In het Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging [EA-HLG, 1999] wordt opgemerkt:

'Also capitalised expenditures such as renewals can contain variable parts.'

En in de voetnoot:

'A typical example are maintenance or renewal cycles, which might take place within specific predefined time periods.'

In [Johansson and Nilsson, 2002] staat in de afsluitende opmerkingen dat bij gebrek aan data (Zweden) en een korte tijdreeks (Finland) het niet gelukt is op basis van de econometrische analyse in de publicatie conclusies te trekken over de juiste omvang van de marginale kosten met betrekking tot de uitgaven aan vernieuwing. Beleidsmakers zullen zich derhalve moeten baseren op engineering data en vuistregels om dit te bepalen, aldus Johansson en Nilsson.

[Andersson, 2003] geeft een aanzet tot het berekenen van de marginale kosten van spoorinfrastructuur voor beheer, onderhoud en vernieuwingskosten. Dat laatste, waar mogelijk bij voldoende data. Hij verwijst naar een ons onbekend rapport van SIKa waarin werd aangedrongen ook de marginale kosten van vernieuwing mee te nemen in de vergoedingen.

In [Metrum, 2003] worden in hoofdstuk 4 genaamd Kostenstructuur verschillende opmerkingen gemaakt waaruit iets valt af te leiden over de gebruiksafhankelijkheid van vernieuwingskosten. Paragraaf 4.4.1 begint met:

'Het gebruik heeft invloed op de wijze waarop de kosten van onderhoud zich op de Betuweroute ontwikkelen en beïnvloedt de frequentie waarmee kosten voor vernieuwing gemaakt worden op de Betuweroute.'

In het eerste deelrapport (tabel 8 op pagina 50) worden onder meer levensduurfactoren van spoorstaven gepresenteerd. Deze factoren verschillen per gebruiksklasse. De gebruiksklassen variëren in fictief dagtonnage⁶⁵. In tabel 43 worden voor 6 gebruiksklassen de onderhoudskostenfactor, levensduurfactor spoorstaaf en levensduurfactor overig weergegeven.

⁶⁵ Het fictief dagtonnage wordt bepaald om afschrijvingsklassen te bepalen. Het fictief dagtonnage is het product van het tonnage met een aantal factoren die kunnen variëren van 1,00 tot 1,45 voor onder andere snelheid en tractie. Voor verdere uitleg zie [Metrum, 2003].

tabel 43 Gebruiksklasse factoren

Gebruiksklasse	6	5	4	3	2	1
Fictief dagtonnage tot (ton)	4.000	15.000	31.000	62.000	100.000	210.000
Levensduurfactor spoorstaaf	6,3	1,9	1	0,6	0,4	0,1
Levensduurfactor overig	1,8	1,4	1,0	0,7	0,6	0,5

Bron: Tabel 8, [Metrum, 2003].

Onder de tabel in het rapport [Metrum, 2003] staat (het betreft hier een beschouwing van beheer- en onderhoudskosten over een lange termijn bezien):

‘Op de spoorstaaf is de onderhoudskostenfactor en de levensduurfactor spoorstaaf van toepassing. Op de bovenbouw (exclusief spoorstaaf) en bovenleiding is de onderhoudskostenfactor en de levensduurfactor overig van toepassing. De overige onderdelen zijn niet gerelateerd aan het gebruik en dus vaste kosten. (...) De effecten van gebruik op de eenheids-prijzen en levensduur ontwikkelen zich niet lineair, maar zijn gerelateerd aan een zestal gebruikersklassen. In dit geval wordt een gebruikersklasse gedefinieerd door een onder- en bovengrens voor gebruik.’

De frequentie waarmee in Nederland spoor wordt vervangen is afhankelijk van de verwachte gebruiksklasse. Indien er een hoog gebruik wordt verwacht (en het spoor daarop is ingericht) is de geplande frequentie van vernieuwing hoger. Ook de vernieuwingskosten (op lange termijn) zijn in dat geval dus hoger. De frequenties van vernieuwing worden op dit moment stapsgewijs en voor lange periodes vastgesteld. Hierdoor heeft een toename in gebruik op korte termijn (enkele jaren) geen invloed op de frequentie waarmee het spoor vernieuwd wordt. Op lange termijn (zeker vanaf zo'n 30 jaar) hebben wijzigingen in het spoorgebruik echter wel wijzigingen in vernieuwingskosten tot gevolg indien een wijziging dusdanig van omvang is dat het spoor op een bepaald tracé in een andere gebruiksklasse terecht komt.

Indien een tracé aanzienlijk minder (of meer) gebruikt wordt dan gepland, dan zal het optimaal zijn de vernieuwing uit te stellen (dan wel te vervroegen). Of dit in de praktijk ook voorkomt, is niet van belang binnen dit onderzoek. De mate waarin het gebruik voorspelbaar is, heeft geen invloed op de mate waarin de kosten gebruiksaafhankelijk zijn, onder de in dit onderzoek gehanteerde definitie van gebruiksaafhankelijke O&B-kosten⁶⁶.

Ook of in de praktijk een dergelijke situatie daadwerkelijk tot uitstel of vervroeging van vervanging leidt, is niet van belang. Immers, volgens de Expert Advisors [EA-HLG, 1999], zie boven, kunnen ook 'renewal cycles with specific predefined time periods' variabele kosten bevatten.

⁶⁶ In deelrapport 1 (Definities en beprijzingsprincipes) worden als gebruiksaafhankelijk gedefinieerd die O&B-kosten die veranderen als het verkeers- of vervoersvolume (voertuigkm, tonkm, passages) verandert bij gelijkblijvende capaciteit (pagina 14).

H De Duitse systematiek en de factor snelheid op het spoor

De Duitse systematiek gaat uit van een basistarief. Dit basistarief hangt af van het type spoor dat wordt aangeboden. Dit type wordt voornamelijk bepaald door de snelheid waarmee het spoor over het algemeen wordt bereden dan wel bereden kan worden⁶⁷. Voor spoor met een snelheid tot 160 km varieert dit tarief in 2004 van € 2 per km tot € 2,28 per km. Ter indicatie, tussen de 200 en 280 km geldt een tarief van € 3,51 en boven de 280 km is het basistarief € 8,30 per km.

Op tracés met een hoge benuttinggraad geldt een toeslag van 20% op het basistarief. Dit hieruit volgende tarief wordt vermenigvuldigd met een factor die afhankelijk is van de kwaliteit van het pad. De kwaliteit van het pad is voornamelijk afhankelijk van de prioriteit die de trein krijgt. Deze factoren lopen uiteen van 1 tot 1,80 voor personenvervoer en van 0,50 tot 1,65 voor goederenvervoer.

Bij het resulterende tarief wordt vervolgens voor goederenvervoer nog een extra toeslag berekend afhankelijk van het tonnage van de trein. Voor 2004 gelden er 5 gewichtsklassen, tot 1.200 ton hoeft niet te worden bijbetaald, daarboven varieert de toeslag van € 0,51 per km voor treinen tussen de 1.200 en 1.600 ton tot € 1,33 per km voor treinen zwaarder dan 2.400 ton.

Naast enkele speciale factoren voor stoomtreinen, overbelading en speciale treinen geldt er nog een regionaalfactor. Deze zijn ingesteld voor tracés die anders op de middellange termijn niet kostendekkend zouden zijn.

Het is echter in het algemeen onduidelijk of de Duitse tariefstructuur is ingegeven door kostendekking per type spoor, of door kostendekking in totaal, waarbij gebruik gemaakt is van Ramsey beprijzing of beprijzing op basis van kwaliteit. Hoe dan ook, de tarieven voor spoor waarop tot 160 km per uur gereden kan worden lopen niet veel uiteen.

⁶⁷ Merk op dat er geen directe relatie is tussen de snelheid van de trein en de gebruiksvergoeding.



I Snelheid wel of geen cost driver (spoor)

ProRail hanteert een benadering waarbij enerzijds aslasten via tonkilometers op proportionele wijze worden meegenomen en anderzijds snelheid niet wordt meegenomen. Een andere benadering is die van [BAH, 1999]. Volgens de BAH-formule is het aandeel in kosten proportioneel met het product van de aslast tot de macht 1,442 en snelheid⁶⁸ tot de macht 0,365.

Om meer inzicht te krijgen in hoeverre bovenstaande keuze de toedeling van de kosten beïnvloedt hebben we voor enkele wagons^{69,70}, een inschatting gemaakt van aslasten en snelheden. Voor deze wagons hebben we vervolgens berekend welk aandeel in de kosten iedere wagon krijgt toegerekend volgens beide methoden. Hierbij zijn we ervan uitgegaan dat iedere wagon een kilometer op het spoor aflegt. De resultaten staan hieronder in tabel 44.

⁶⁸ Snelheid wordt in deze studie gedefinieerd als 'technical operating speed.'

⁶⁹ De keuze van de typen goederenwagons is erop gebaseerd een zo groot mogelijke spreiding in de aslasten te representeren. Het is niet de bedoeling geweest een representatieve selectie voor de situatie op het Nederlandse spoor te geven.

⁷⁰ We bekijken ook personenwagons omdat de toedelingmethodieken niet alleen betrekking hebben op de allocatie van 'dedicated' goederenspoorlijnen, maar ook op het gemengde net. Toedeling op basis van cost drivers levert ook een toedeling tussen goederen- en personentreinen op. Het is derhalve gewenst te controleren of de toedelingen ook voor personentreinen een goede benadering geven.

tabel 44 Vergelijking aandeel in de kosten volgens methode ProRail en UK

Treintype	Gewicht	Assen	Aslast ⁷¹	Snelheid	Aandeel kosten per wagon		Verhouding UK / ProRail
					ProRail	UK	
Personen							
Plan T	168	16	11,5	100	0,0424	0,0380	0,90
Plan V	88	8	12,0	100	0,0442	0,0404	0,91
Citypendel	110	8	14,8	100	0,0543	0,0543	1,00
Sprinter 3	144	12	13,0	100	0,0479	0,0453	0,95
Koploper	144	12	13,0	130	0,0479	0,0498	1,04
Koploper	192	16	13,0	130	0,0479	0,0498	1,04
Regiorunner	176	12	15,7	130	0,0577	0,0652	1,13
Regiorunner	226	16	15,1	130	0,0557	0,0620	1,11
Goederen – leeg							
EOS	10	2	5,0	90	0,0184	0,0110	0,60
Hbbills-uy	18	2	9,0	90	0,0331	0,0256	0,77
Eanos	24	4	6,0	90	0,0221	0,0143	0,65
Uaikks	32	4	8,0	90	0,0295	0,0216	0,73
Sgns	20	4	5,0	90	0,0184	0,0110	0,60
Tagpps	16	4	4,0	90	0,0147	0,0080	0,54
Goederen – vol							
EOS	40	2	20,0	80	0,0737	0,0777	1,06
Hbbills-uy	43	2	21,5	80	0,0792	0,0863	1,09
Eanos	90	4	22,5	80	0,0829	0,0921	1,11
Uaikks	80	4	20,0	80	0,0737	0,0777	1,06
Sgns	90	4	22,5	80	0,0829	0,0921	1,11
Tagpps	80	4	20,0	80	0,0737	0,0777	1,06

Bron: Treintypes en aslasten:

http://www.geocities.com/RodeoDrive/1704/nsm_html/dutch/nsm_eltr.html

<http://www.sbbcargo.ch/index/angebot/wagentypen.htm>

Snelheid: [ProRail, 2004]

Op het eerste gezicht lijkt het erop dat beide methodes tot verschillende toedelingen leiden. Een lege goederenwagon krijgt volgens de ProRail toedeling veel meer kosten toegedeeld dan zijn aandeel in de kosten zoals die volgt uit [BAH, 1999]. Hierbij merken we op dat het toegekende aandeel in de kosten relatief klein is. Volle goederentreinen betalen over het algemeen volgens de ProRail methodiek iets minder dan volgens de formule uit [BAH, 1999]. Voor personen-treinen zijn de verschillen relatief klein, zeker wanneer we de alle onderliggende onzekerheden in ogenschouw nemen.

Kijken we naar de toedeling van de kosten voor een goederentrein die eenmaal vol en vervolgens eenmaal leeg terug (een vrij gemiddeld ritpatroon), dan blijkt

⁷¹ Bij de aslasten voor persontreinen is 1 ton opgeteld, zijnde een schatting voor het gewicht van de vervoerde personen.



dat de aandelen volgens de ProRail-methodiek en de BAH-formule zeer dicht bij elkaar liggen, zie tabel 45.

tabel 45 Toedeling van de kosten voor een goederentrein die eenmaal vol en vervolgens leeg terug rijdt

Goederen	Verhouding UK / ProRail
EOS	0,96
Hbbills-uy	1,00
Eanos	1,01
Uaikks	0,96
Sgns	1,02
Tagpps	0,97



J Differentiatie wegverkeer

De uiteindelijke differentiatie en kostenverhouding voor de verschillende Euro-
klassen is samengevat in tabel 46.

tabel 46 Verhoudingen in de kosten per kilometer binnen het goederenvervoer voor de verschillende Euroklassen (ten opzichte van Euro 5)

Euroklasse	Marktaandeel	Emissiefactoren	Kostenverhouding
Pre Euro	KM ¹	EF ¹	X * EF ¹ /EF ⁷ * S
Euro 0	KM ²	EF ²	X * EF ² /EF ⁷ * S
Euro 1	KM ³	EF ³	X * EF ³ /EF ⁷ * S
Euro 2	KM ⁴	EF ⁴	X * EF ⁴ /EF ⁷ * S
Euro 3	KM ⁵	EF ⁵	X * EF ⁵ /EF ⁷ * S
Euro 4	KM ⁶	EF ⁶	X * EF ⁶ /EF ⁷ * S
Euro 5	KM ⁷	EF ⁷	X

In de tabel staat het bedrag X voor de uiteindelijke kosten voor het minst vervuilende voertuig (Euro 5) en is S een schalingsfactor waar hieronder meer aandacht aan wordt besteed. De tabel laat zien dat de verhouding in kosten tussen de voertuigen exact gelijk is aan de verhouding in emissiefactoren zolang als S=1. Aangezien dit de meest ideale differentiatie is wordt S in beginsel gelijk gesteld aan 1. Verder blijkt uit de tabel dat de kosten voor andere voertuigen uit X worden afgeleid. Het bedrag X wordt bepaald op basis van de bovenstaande verhoudingen en de marktaandelen van de verschillende Euroklassen gemeten in voertuigkilometer (zie tabel 48). Merk bij de berekening van X op dat de totale vaste kosten uiteindelijk precies gedekt dienen te worden. Anders gezegd, opgeteld dienen de totale kosten per Euroklasse precies gelijk te zijn aan de totale vaste kosten van beheer en onderhoud, zodat de volgende relatie geldt:

$$(1) \quad TK = X * \{KM^7 + EF^6/EF^7 * S * KM^6 + EF^5/EF^7 * S * KM^5 + EF^4/EF^7 * S * KM^4 + EF^3/EF^7 * S * KM^3 + EF^2/EF^7 * S * KM^2 + EF^1/EF^7 * S * KM^1\},$$

waarbij TK staat voor de totale kosten voor de geldende vrachtautocategorie (gemeten in gewicht). Aangezien S=1 volgt uit (1) dat:

$$(2) \quad X = TK / \{KM^7 + EF^6/EF^7 * KM^6 + EF^5/EF^7 * KM^5 + EF^4/EF^7 * KM^4 + EF^3/EF^7 * KM^3 + EF^2/EF^7 * KM^2 + EF^1/EF^7 * KM^1\},$$

waaruit direct blijkt dat $X = TK/KM^T = B$ voor Euro 5 voertuigen als alle kilometers verreden worden door Euro 5 voertuigen (met KM^T het totaal aantal kilometers voor de betreffende vrachtautocategorie). Als uit bovenstaande berekening blijkt dat $x < 0,5 * B$ als S=1, dan dient X exact gelijk gesteld te worden aan $0,5 * B$.

Dit betekent echter dat $S < 1$. Aangezien X nu niet langer een onbekende is kan S berekend worden uit (1). Als we (1) herschrijven blijkt dat:

$$(3) \quad S = \{TK - 0.5 \cdot B \cdot KM^7\} / \{0.5 \cdot B \cdot (EF^6/EF^7 \cdot KM^6 + EF^5/EF^7 \cdot KM^5 + EF^4/EF^7 \cdot KM^4 + EF^3/EF^7 \cdot KM^3 + EF^2/EF^7 \cdot KM^2 + EF^1/EF^7 \cdot KM^1)\}.$$

Als in dit geval $(EF^6/EF^7 \cdot S) < 1$ dan voldoen de kosten per kilometer voor de Euro 4 klasse niet aan de restrictie en dienen ook deze kosten gelijk gesteld te worden aan $0,5 \cdot B$. Dit blijkt in de praktijk het geval te zijn voor iedere onderscheiden vrachtautocategorie. De waarde voor S verandert door deze nieuwe transformatie in:

$$(4) \quad S = \{TK - 0.5 \cdot B \cdot (KM^6 + KM^7)\} / \{0.5 \cdot B \cdot (EF^5/EF^7 \cdot KM^5 + EF^4/EF^7 \cdot KM^4 + EF^3/EF^7 \cdot KM^3 + EF^2/EF^7 \cdot KM^2 + EF^1/EF^7 \cdot KM^1)\}.$$

Na deze handeling blijken de kosten per kilometer voor alle Euroklassen aan de restrictie te voldoen. Dit houdt echter wel in dat op basis van de in dit rapport gebruikte marktaandeelen en emissiefactoren (zie onder) de kosten per kilometer voor de Euro 5 en de Euro 4 klasse identiek zijn en gelijk aan de helft van de basiskosten.



K Marktaandelen en emissiefactoren vrachtauto's

K.1 Marktaandelen

De marktaandelen van de verschillende Euroklassen voor de onderscheiden vrachtautocategorieën die in dit onderzoek worden gebruikt zijn gepresenteerd in tabel 47. De marktaandelen zijn gebaseerd op cijfers van het RIVM, zie [RIVM, 2004]⁷². De aangeleverde cijfers gelden voor iets andere vrachtautocategorieën, i.e. de RIVM-indeling is een indeling puur gebaseerd op gewicht. De gegevens van het RIVM voor de lichte vrachtauto (< 10 ton) zijn direct overgenomen voor de *vrachtauto solo < 12 ton*. Voor de *vrachtauto solo > 12 ton* en de *vrachtauto combinatie > 12 ton* zijn identieke cijfers gebruikt, bestaande uit een gemiddelde van de cijfers voor de middelzware vrachtauto (10-20 ton) en voor de zware vrachtauto (> 20 ton) van het RIVM. We kunnen volstaan met een gemiddelde omdat uit de RIVM cijfers blijkt dat het aantal kilometers verreden op snelwegen door middelzware en zware vrachtauto's bijna identiek is. Voor de *trekker met oplegger > 12 ton* waren aparte gegevens beschikbaar. De verdeling van marktaandelen vertoont in het algemeen weinig variatie tussen de onderscheiden vrachtautocategorieën, met uitzondering van de marktaandelen voor de categorie *trekker met oplegger*. Duidelijk is dat binnen deze categorie in het algemeen in schonere voertuigen wordt gereden.

tabel 47 Marktaandelen van de onderscheiden Euroklassen per vrachtautocategorie in 2002

Euroklasse	Marktaandeel			
	Vrachtauto solo < 12 ton	Vrachtauto solo > 12 ton	Vrachtauto combinatie > 12 ton	Trekker met oplegger > 12 ton
Pre Euro	12%	10%	10%	3%
Euro 0	12%	8%	8%	3%
Euro 1	12%	12%	12%	10%
Euro 2	48%	52%	52%	63%
Euro 3	16%	17%	17%	20%
Euro 4	0%	0%	0%	0%
Euro 5	0%	0%	0%	0%
Totaal	100%	100%	100%	100%

⁷² Dank gaat uit naar J.A. Annema van het RIVM voor transformaties van in het [RIVM, 2004] opgenomen cijfers.

K.2 Emissiefactoren

De samengestelde emissiefactoren (EF) voor het goederenvervoer per vrachtautocategorie per Euroklasse zijn gepresenteerd in tabel 48. Deze gegevens zijn afkomstig van het [CBS en TNO 2003]⁷³. De in de tabel opgenomen emissiefactoren zijn berekend op basis van een drietal emissiefactoren, te weten emissiefactoren over NO_x, VOS (HC) en PM₁₀, welke zijn gewogen met hun respectievelijke schaduw prijzen (afkomstig van CE).

tabel 48 Samengestelde emissiefactoren voor het goederenvervoer per vrachtautocategorie per Euroklasse in 2002

Euroklasse	Vrachtauto solo < 12 ton	Vrachtauto solo > 12 ton	Vrachtauto combinatie > 12 ton	Trekker met oplegger > 12 ton
Pre Euro	1,01	1,85	1,81	1,81
Euro 0	0,94	1,57	1,80	1,70
Euro 1	0,56	1,08	1,12	1,20
Euro 2	0,52	1,02	1,04	1,11
Euro 3	0,38	0,77	0,78	0,86
Euro 4	0,20	0,40	0,40	0,44
Euro 5	0,12	0,24	0,24	0,27

Bron: [CBS en TNO, 2003]

In tabel 49 zijn emissiefactoren gepresenteerd voor VOS (HC), NO_x en PM₁₀ per vrachtautocategorie per Euroklasse. Voor praktisch alle Euroklassen waren gegevens beschikbaar. Slechts voor de middelzware en zware vrachtauto's is voor de Pre-Euro klasse geen onderscheid gemaakt tussen vrachtauto's solo en vrachtauto's combinatie. Ten behoeve van dit onderscheid is voor de vrachtauto solo de gemiddelde emissiefactor overgenomen. Voor de vrachtauto combinatie is het minimum genomen van het zojuist genoemde gemiddelde en de emissiefactor van de Euro 1 klasse, zodat de emissiefactor van de vrachtauto combinatie in de Pre-Euro klasse altijd gelijk is aan of lager is dan de emissiefactor in de Euro 1 klasse.

⁷³ Dank gaat uit naar de heer J. Klein van het CBS.



tabel 49 Emissiefactoren voor VOS (HC), NO_x en PM₁₀ op autosnelwegen in 2002 voor diverse Euroklassen binnen het goederenvervoer (in gram per voertuigkilometer)

	VOS (HC)		NO _x		PM ₁₀	
	Solo	Combinatie	Solo	Combinatie	Solo	Combinatie
Lichte vrachtauto's (<10 ton)						
Pre-Euro	1,07	-	6,68	-	0,44	-
Euro 0	0,89	-	6,81	-	0,36	-
Euro 1	0,24	-	4,83	-	0,15	-
Euro 2	0,14	-	5,20	-	0,07	-
Euro 3	0,17	-	3,75	-	0,06	-
Euro 4	0,16	-	2,11	-	0,01	-
Euro 5	0,17	-	1,15	-	0,01	-
Middelzware vrachtauto's (10 - 20 ton)						
Pre-Euro	1,03	0,79	12,39	14,53	0,50	0,512
Euro 0	0,86	0,79	11,3	14,53	0,361	0,512
Euro 1	0,44	0,46	6,52	8,47	0,22	0,33
Euro 2	0,26	0,27	7,31	9,10	0,11	0,19
Euro 3	0,32	0,32	5,30	6,90	0,10	0,13
Euro 4	0,31	0,31	2,97	3,87	0,02	0,02
Euro 5	0,32	0,31	1,66	2,19	0,02	0,02
Zware vrachtauto's (> 20 ton)						
Pre-Euro	0,75	0,51	15,36	17,27	0,62	0,62
Euro 0	0,51	0,51	13,87	17,27	0,457	0,559
Euro 1	0,56	0,60	9,37	11,39	0,35	0,46
Euro 2	0,33	0,35	10,32	12,07	0,19	0,26
Euro 3	0,40	0,42	7,66	9,30	0,15	0,18
Euro 4	0,39	0,40	4,36	5,44	0,03	0,03
Euro 5	0,40	0,41	2,45	3,08	0,03	0,03
Trekker met oplegger						
Pre-Euro	0,62	-	14,87	-	0,56	-
Euro 0	0,49	-	14,31	-	0,49	-
Euro 1	0,53	-	9,74	-	0,37	-
Euro 2	0,30	-	10,39	-	0,22	-
Euro 3	0,36	-	8,09	-	0,16	-
Euro 4	0,34	-	4,60	-	0,03	-
Euro 5	0,35	-	2,60	-	0,03	-

De in tabel 48 opgenomen samengestelde emissiefactoren zijn een gewogen gemiddelde van de in tabel 49 gepresenteerde emissiefactoren met de schaduw-prijzen van de drie emissies als weegfactor. De schaduw-prijzen zijn verkregen van CE en bedragen voor VOS, NO_x en PM₁₀ respectievelijk € 3,36, € 7,84 en € 78,36, zie [CE, 1999].

De vrachtautocategorieën in tabel 49 komen niet overeen met de in dit rapport gehanteerde categorieën (behalve voor de trekker met oplegger). Dientengevolge zijn een aantal aannamen gedaan. De cijfers voor lichte vrachtauto's zijn overgenomen voor de vrachtauto solo < 12 ton. Voor de vrachtauto solo > 12 ton is op basis van cijfers uit [CBS, 1996] aangenomen dat ongeveer 80% van de kilometers wordt verreden door middelzware vrachtauto's en 20% door zware vrachtauto's. Met betrekking tot de vrachtauto combinatie > 12 ton is op basis

van de [CBS, 1996] cijfers aangenomen dat 20% van de kilometers wordt verreden door middelzware vrachtauto's en 80% door zware vrachtauto's. Voor de vrachtauto solo > 12 ton en de vrachtauto combinatie > 12 ton zijn de emissiefactoren dus een gewogen gemiddelde met zowel het aantal verreden kilometers van middelzware en zware voertuigen als de schaduwprizen van de verschillende emissies als weegfactor. Laat ons hiervoor een rekenvoorbeeld presenteren. Stel we willen de gewogen emissiefactor berekenen van een Euro 4 vrachtauto-combinatie > 12 ton (zie tabel 48). De berekening is dan:

$$\{20\%*(3,36*0,31 + 7,84*3,87 + 78,36*0,02)\} / \{3,36 + 7,84 + 78,36\} + \{80\%*(3,36*0,40 + 7,84*5,44 + 78,36*0,03)\} / \{3,36 + 7,84 + 78,36\} = 0,40.$$



L Afleiding externe kosten van geluid voor spoor

L.1 Inleiding

De meest gebruikte en een theoretisch adequate methode om de externe kosten van geluidhinder vast te stellen is via gebleken voorkeuren (revealed preference), waarbij in het geval van geluid dikwijls de daling van de prijzen van onroerend goed als maat gehanteerd wordt. Voor zover ons bekend zijn tot dusverre in Nederland (nog) geen primaire studies gepubliceerd die op deze basis uitspraken doen over de externe kosten van geluidhinder. Daarom hanteren we in deze studie een alternatieve aanpak waarin we eerst het aantal geluidsgehinderde personen bepalen en daarna een waardering per decibel per persoon toepassen.

L.2 Geluidsbelasting

Met behulp van het EMPARA⁷⁴ model van RIVM hebben we een inschatting gemaakt van het aantal door verkeersgeluid belaste personen in Nederland. Het aantal geluidsbelaste personen is per geluidsklasse van 5 dB weergegeven bovenin tabel 50.

tabel 50 Overzicht van aantal geluidgehinderden (etmaalgemiddelden, in duizenden) en totaal gewaardeerde geluidkosten op basis van waardering € 25 per persoon per dB per jaar (in € 2002)

Aantal geluidgehinderden in Nederland (x 1.000)							
	0-55 dB(A)	56-60 dB(A)	61-65 dB(A)	66-70 dB(A)	71-75 dB(A)	> 75 dB(A)	Totaal
Railverkeer	14.695	727	333	105	31	11	15.903
Gemiddelde geluidsoverlast (rail, in dB)			2,5	7,5	12,5	17,5	
Totale kosten in mln € per jaar							
WTP rail			21	20	10	5	55
Gezondheidsschade				6	9	9	23
Totaal rail							78

⁷⁴ RIVM heeft voor haar milieuverkenningen het model EMPARA (Environmental Model for Population Annoyance and Risk Analysis) tot haar beschikking. Dit model is een vernieuwde en verbeterde versie van het Landelijk Beeld van Verstoring (LBV)-model. Het is een niet-commercieel pakket, dat alleen door RIVM gebruikt wordt. Het model bevat alle rijkswegen, provinciale wegen, belangrijke wegen in gemeenten, spoorwegen, luchthavens en enkele industrieterreinen.

L.3 Waardering

Vervolgens is via een internationale vergelijking van studies op basis van willingness-to-pay (WTP) bekeken welke schade per geluidsklasse optreedt. Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat de waardering voor geluidsreductie sterk verschilt tussen studies in Europa. We hebben daarom de gemiddelde waarde genomen uit de [INFRAS/IWW-studie, 2000]: 0,1% van het GDP per capita. Dit komt overeen met zo'n € 25 per dB geluidsreductie per persoon per jaar. Dit komt weer overeen met het advies van de [ECMT, 1998]. In een recente studie voor de Europese Commissie wordt eenzelfde bedrag gehanteerd, maar dan per *huishouden*, een aanzienlijk lagere schatting dus [INFRAS/IWW, 2000 en Navrud, 2003].

Voor het bepalen van de laagste waarde waarbij hinder optreedt (cut-off-value) volgen we de internationale literatuur. Een recent Europees onderzoek naar de waardering van geluidshinder adviseert 55 dB(A) als ondergrens te hanteren. Daarbij wordt echter opgemerkt dat weg-, rail-, en luchtvaartlawaai niet over een kam geschoren kan worden. Ook uit andere nationale en internationale literatuurbronnen blijkt dat geluidsoverlast van railverkeer als minder verstorend wordt beoordeeld dan wegverkeer. Dit komt door de lagere geluidsfrequentie en het continue karakter van railverkeergeluid. Daarom besluiten we tussen 55 en 60 dB(A) de geluidskosten voor railverkeer op nul te waarderen, overeenkomstig [TNO, 2003 en INFRAS/IWW, 2003].

Bij een geluidsbelasting boven 65 dB(A) kan er gezondheidsschade optreden, zoals verhoogde bloeddruk en hartaandoeningen. Daarom zijn de bovengenoemde geluidswaarderingen alleen geldig in de laagste geluidsklassen, van 55 tot 65 dB(A). Om de geluidskosten in de hogere geluidsklassen te berekenen, zetten we een opslag op de WTP. De INFRAS/IWW-studie geeft informatie over gezondheidskosten voor Nederland in 1995. Deze hebben we gecorrigeerd voor inflatie [INFRAS/IWW, 2000]. Overigens zijn economen het niet eens over het feit of er een correctie gemaakt dient te worden voor gezondheidsschade. Volgens sommige economen is ook de gezondheidsschade verdisconteerd in de WTP.

L.4 Toerekening kosten geluidhinder

Nu de totale kosten van geluidhinder zijn vastgesteld, resteert de vraag hoe de geluidhinder moet worden verdeeld over de voertuigcategorieën en ruimte (binnen en buiten de bebouwde kom). Omdat voor de laatste vraag geen informatie beschikbaar is, nemen we na raadpleging van RIVM⁷⁵ aan dat 80% van alle geluidhinder binnen de bebouwde kom optreedt.

Studies van de [ECMT, 1998 en INFRAS/IWW, 2000] geven aan dat goederentreinen ongeveer 4 maal zoveel geluidshinder veroorzaken dan personentreinen. Het toekennen van de totale geluidsemissie met behulp van dit soort factoren is echter een sterke versimpeling van de werkelijkheid. Op dit moment werkt het consortium INFRAS/IWW aan een update van de studie uit 2000 voor de UIC. Zij kiezen er nu voor om de geluidsemissies te verdelen enkel op basis van het aan-

⁷⁵ Waarde bijgesteld ten opzichte van de studie uit 1999 op basis van een gesprek met H. Nijland, RIVM.



deel in de voertuigkilometrage. Impliciet veronderstellen zij dat de weegfactor voor elk voertuigtype gelijk is. Als reden hiervoor voeren zij aan dat de er teveel aannames gedaan moeten worden⁷⁶. Wij volgen deze lijn van redeneren niet, omdat het evident is dat er verschillen in geluidsbelasting zijn tussen de verschillende voertuigcategorieën. We hebben een schatting gemaakt op basis van de beschikbare informatie en de studies van [ECMT, 1998 en INFRAS/IWW, 2000].

De weegfactoren voor verkeer binnen- en buiten de bebouwde kom hebben we weergegeven in tabel 51 en de externe kosten per voertuigkilometer berekend als in tabel 50.

tabel 51 Weegfactoren voor geluid van verschillende voertuigcategorieën en resulterende externe kosten voor geluidhinder van de verschillende vervoermiddelen, in €/t/vkm

	Weegfactor geluid	Waardering in €/t/vkm		Totale kosten (exclusief gezondheidsschade, in mln €)
		Bibk	Bubk	
Spoor				
Passagierstrein	1	160,4	12,5	58
Goederentrein	4	641,5	49,9	20

Opmerking: de bibk-factoren en bubk-factoren zijn niet met elkaar te vergelijken: we hebben in beide gevallen de weegfactoren gerelateerd aan de geluidsemisatie van een personenauto.
Bron: afgeleid uit [VROM, 2002, ECMT, 1998 en INFRAS/IWW, 2000]

L.5 Berekening gemiddelde kosten geluidhinder per goederentrein

Er worden vooralsnog vier klassen onderscheiden. De exacte scheidinglijnen tussen de verschillende klassen zijn afhankelijk van snelheid en hebben de functionele vorm:

$$E = a + b \log v$$

waarbij E de geluidemissie is, v de snelheid en a en b parameters. De waarde van de parameters staan in tabel 52 vermeld. De geluidklassen hebben dus een bandbreedte van 5 dB(A).

tabel 52 Parameters van scheidinglijnen geluidsklassen voor treinmaterieel

	Parameter a ¹⁾	Parameter b ¹⁾
Overgangslijn klasse 1 / 2	25	20
Overgangslijn klasse 2 / 3	20	20
Overgangslijn klasse 3 / 4	15	20

Bron: [dBvision, 2002].

¹⁾ Zie hoofdtekst voor verklaring.

⁷⁶ Uit persoonlijk contact met David Schmedding, IWW Karlsruhe.

In het algemeen wordt *treinmaterieel* op basis van uiterlijke kenmerken in de 4 geluidklassen (op basis van [dBvision, 2002]) onderverdeeld:

- Klasse 1: Treinmaterieel met dieseltractie of andere geluidbronnen die domineren boven het rolgeluid.
- Klasse 2: Treinmaterieel met elektrische tractie en een remsysteem op de wielband. Ook materieel met alléén een toegevoegde rem op de wielband.
- Klasse 3: Treinmaterieel met elektrische tractie zonder remsysteem op de wielband.
- Klasse 4: Extra stil treinmaterieel, waaraan speciale geluidmaatregelen zijn getroffen. Hiervan bestaan alleen prototypes. Indeling in deze klasse kan alleen gebeuren als dat wordt onderbouwd met metingen.

Volledige treinen worden op basis van het materieel waaruit zij bestaan in een geluidklasse ingedeeld. Het voorstel hiervoor in het eerder genoemde onderzoek in opdracht van het Ministerie van VROM is als volgt:

- Klasse 1: Treinen die bestaan uit meer dan 10% materieel van klasse 1.
- Klasse 2: Treinen waarvan minimaal 90% van de bakken of wagens valt in klasse 2 of hoger, en maximaal 10% in klasse 1.
- Klasse 3: Treinen waarvan minimaal 90% van de bakken of wagens valt in klasse 3 of hoger, en maximaal 10% in klasse 2.
- Klasse 4: Treinen waarvan minimaal 90% van de bakken of wagens valt in klasse 4, en maximaal 10% in klasse 3.

Anders samengestelde treinen worden ingedeeld in de geluidklasse waarin het meest lawaaiige materieel van de trein valt.

Om te berekenen hoe we het basisniveau differentiëren over de verschillende geluidsklassen onder de voorwaarde dat de verwachte opbrengst de vaste kosten van O&B dekt, is het noodzakelijk informatie te hebben over de aandelen van de verschillende klassen in de totale vervoersprestatie over het spoor. Omdat de voorgestelde geluidsclassificatie nog niet in de praktijk wordt gehanteerd is hier geen nauwkeurige informatie over beschikbaar. Het leeuwendeel van de treinen behoort echter tot klasse 2.

Naast de verdeling van treinen over de klassen is, hebben we informatie nodig over de externe kosten van geluidsoverlast door treinen, gespecificeerd naar de vier geluidsklassen. Deze informatie is niet beschikbaar. We moeten enkele aannames doen.

Bij gebrek aan betere informatie, nemen we aan dat elke klasse een geluidsreductie van 5 dB representeert. Over het algemeen wordt verwacht dat stille treinen 6 tot 10 dB stiller kunnen zijn dan het huidige voertuigpark.

De totale kosten van geluidsoverlast door treinen wordt geraamd op € 78 mln per jaar, zie ook [CE, 2004b] en annex L.2. De kosten per treinkilometer voor verschillende situaties hebben we berekend voor [CE / VU, 2004b]. Deze bereke-

ningen zijn terug te vinden in annex L.4. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in tabel 53⁷⁷.

tabel 53 Externe kosten van geluidsoverlast op het spoor (€ per treinkm)

	Goederentrein	Personentrein
Binnen bebouwde kom	6,42	1,60
Buiten bebouwde kom	0,50	1,35
Gemiddeld	1,92	0,48

Tabel 53 geeft een inzicht in de mogelijke differentiatie tussen de verschillende typen treinen. Voorwaarde is dat de differentiatie van het basisniveau niet groter is dan het verschil in externe kosten van geluidsoverlast. De gemiddelde externe kosten van geluid voor een goederentrein bedragen € 1,92 per vkm.

⁷⁷ Het is belangrijk hierbij op te merken dat de onzekerheid in de waardering van geluidshinder relatief groot is. De waardering waarmee in verschillende internationale studies wordt gerekend varieert behoorlijk.



M Differentiatie binnenvaart

Berekening externe kosten luchtverontreiniging

We stellen verschillende eisen aan het systeem van differentiatie:

- het minimale niveau bedraagt 50% van het basisniveau;
- er is geen maximum niveau;
- het systeem moet kostendekkend zijn;
- absolute verschillen in niveau tussen klassen zijn niet groter dan de gemonetariseerde verschillen in externe kosten;
- absolute verschillen in niveau tussen klassen zijn gerelateerd aan de relatieve verschillen in externe kosten tussen klassen.

Derhalve moeten we inzicht hebben in de externe kosten van luchtverontreiniging en de mate waarin deze variëren tussen de verschillende emissieklassen. In tabel 55 staan voor enkele scheepsklassen emissies voor het parkgemiddelde 2000 en de emissienormen van het CCR vermeld. Daarnaast is informatie toegevoegd over het brandstofverbruik per scheepskilometers. Dit hebben we later nodig om de emissies per kilometer te berekenen, een opstapje naar de kosten van luchtverontreiniging per kilometer. De emissienormen zijn afhankelijk van het vermogen van de motor en het toerental.

Op basis van deze gegevens hebben we in tabel 56 de kosten van luchtverontreiniging berekend. Omdat de CCR-normen alleen betrekking hebben op NO_x en PM₁₀ hebben alleen deze kosten gewaardeerd. Voor de berekening van de kosten zijn we uitgegaan van de volgende schaduw prijzen:

tabel 54 Schaduw prijzen (in € per kg)

NO _x	PM ₁₀
8	78

Bron: [CE / VU, lopend].

Bij tabel 56 moeten we een kanttekening maken. Zoals eerder aangegeven is dit slechts een indicatieve berekening. Voor het huidige park hebben we geen cijfers tot onze beschikking die een onderscheid maken naar het toerental van de motor, terwijl dit wel gebeurt in de gestelde normen. Kosten voor het park berekend zijn dus slechts gedeeltelijk te vergelijken met de kosten die we berekend hebben voor schepen die exact aan de normen voldoen.

Desalniettemin kunnen we uit de tabel concluderen dat de normen uit de eerste fase (vanaf 2002 verplicht gesteld) niet erg restrictief zijn. De externe kosten van een gemiddeld schip uit het huidige park liggen in sommige gevallen zelfs lager dan de kosten voor schepen die exact aan de eisen voldoen. Voor schepen met motoren met een hoog toerental liggen de kosten van luchtverontreiniging van

schepen die aan de eisen van fase 1 voldoen wel lager dan het huidige parkgemiddelde.

De bovenstaande berekening was uitgevoerd om inzicht te krijgen in welke mate het basisniveau gedifferentieerd kan worden op basis van de kosten van luchtverontreiniging. Er blijkt dat de huidige normen nauwelijks een reductie in de kosten van emissies hebben tot gevolg hebben. Het basisniveau voor klasse 1 en 2 zal nagenoeg gelijk zijn. Voor klasse 3, overeenkomend met CCR-fase 2 is er wel een differentiatie mogelijk. Afhankelijk van de motorkarakteristieken zullen schepen die aan deze eisen voldoen 25 tot 50% lagere kosten van luchtverontreiniging hebben. De ruimte voor differentiatie loopt op van € 0,50 voor kleine schepen tot circa € 6,60 voor hele grote schepen.

Wanneer we dit vergelijken met de berekende basisniveaus, die variëren van € 1,42 voor CBS-klasse 1 tot € 8,11 per kilometer voor CBS-klasse 8 (schepen > 3.000 ton, zie tabel 27, dan blijkt dat dit een significante differentiatie van de berekende basisniveaus betekent.

tabel 55 Emissie parkgemiddelde en CCR-emissienormen

Emissies		Park gemiddelde 2000			CCR fase 1	In g/MJ-brandstof		CCR fase 2	In g/MJ-brandstof	
		Energie	NO _x	PM ₁₀	NO _x		PM ₁₀	NO _x		PM ₁₀
Scheepsklassen	Max. motorvermogen	MJ-brandstof/scheepskm			>130 kW, >2800 rpm	>130 kW, 500 rpm	>130 kW	>130 kW; <560 kW	>560 kW; 343 rpm	>130 kW
250 - 400 tonnes	170	133	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
400 - 650 tonnes	264	188	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
650 - 1.000 tonnes	399	281	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
1.000 - 1.500 tonnes	580	376	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
1.500 - 3.000 tonnes	962	623	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
> 3.000 tonnes	1.329	856	1,17	0,059	0,89	1,25	0,053	0,58	1,07	0,019
			12,0	g/kWh	9,2			6,0	g/kWh	

Bron voor energieverbruik: [CBS, 2002]

tabel 56 Externe kosten van luchtverontreiniging (NO_x en PM₁₀) voor verschillende scheepsklassen en emissienormen (in €)

	Park gemiddelde 2000			CCR fase 1		CCR fase 2							
	NO _x	PM ₁₀	Totaal	NO _x	PM ₁₀	Totaal	Totaal	NO _x	PM ₁₀	Totaal	Totaal		
				>130 kW, >2800 rpm	>130 kW, 500 rpm	>130 kW, >2800 rpm	>130 kW, 500 rpm	>130 kW; <560 kW	>560 kW; 343 rpm	>130 kW	>130 kW; <560 kW	>560 kW; 343 rpm	
250 - 400 ton	1,24	0,61	1,85	0,95	1,33	0,54	1,49	1,87	0,62	1,13	0,20	0,82	1,34
400 - 650 ton	1,77	0,86	2,63	1,35	1,89	0,77	2,12	2,66	0,88	1,61	0,29	1,17	1,90
650 - 1.000 ton	2,64	1,28	3,92	2,01	2,82	1,15	3,17	3,98	1,31	2,41	0,43	1,74	2,83
1.000 - 1.500 ton	3,53	1,72	5,25	2,69	3,78	1,54	4,24	5,32	1,76	3,22	0,57	2,33	3,79
1.500 - 3.000 ton	5,83	2,84	8,68	4,46	6,25	2,55	7,01	8,80	2,91	5,33	0,94	3,85	6,27
> 3.000 ton	8,02	3,91	11,93	6,13	8,59	3,51	9,64	12,10	4,00	7,33	1,30	5,30	8,63