



MNP Rapport 500076001/2007

Kosteneffectiviteit CO₂-beleid personenauto's
Methodische verkenning

R.M.M. van den Brink, J.A. Annema

Contact: R.M.M. van den Brink
Team Ruimte, Infrastructuur en Mobiliteit
Robert.van.den.Brink@mnp.nl

Milieu- en Natuurplanbureau, Postbus 303, 3720 AH Bilthoven, telefoon 030 - 274 2745,
fax: 030 - 274 2971

Abstract

Comparison of methods to assess cost-effectiveness of CO₂ policies for cars

The purchase of smaller more fuel-efficient cars seems to have only advantages: the purchase results in less carbon dioxide (CO₂) emissions and the purchaser spends less money on the car and the fuel. In spite of this a general trend in buying more fuel-efficient cars is hardly observable in the Netherlands. This report argues that the reason is that consumers value other things in cars (size, comfort, status) next to out-of-pocket money they have to spend on purchase, taxes and fuels. This report recommends to estimating cost-effectiveness of CO₂ policies for cars with methods including benefit losses related to buying other cars – smaller, less comfortable – compared to the reference case. This approach results in more realistic cost estimates of CO₂ policies compared to methods, which are limited to a ‘narrow’ - only out-of-pocket money - cost concept.

Key words: methodology, cost-effectiveness, CO₂, cars, cost benefit analysis

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij discussies met Paul Besseling en Wim Groot van het Centraal Planbureau (CPB) en met Anco Hoen, Gerben Geilenkirchen en Corjan Brink van het Milieu- en Natuur Planbureau. Ze hebben ons behoed voor fouten en ons geholpen met aanvullende ideeën. We willen ze daarvoor hartelijk danken. Uiteraard zijn we zelf verantwoordelijk voor de uiteindelijke inhoud van dit rapport.

Robert van den Brink
Jan Anne Annema

Inhoud

Samenvatting en conclusies	9
1. Introductie	13
2. Theorie van maatschappelijke kosteneffectiviteit	15
2.1 <i>Inleiding</i>	15
2.2 <i>Perspectief: keuze voor maatschappelijke kosten</i>	15
2.3 <i>Maatschappelijke kosten en baten</i>	16
2.3.1 Directe en indirecte effecten van beleid: een nadere uitwerking	18
2.3.2 Externe effecten	23
2.4 <i>Financiee- technische versus welvaartsbenadering van kosteneffectiviteitsanalyse</i>	23
3. Meerkosten en terugverdientijd van efficiëntere personenauto's: een financiële benadering	25
3.1 <i>Meerkosten van zuiniger personenauto's</i>	25
3.1.1 OECD/IEA (2005)	25
3.1.2 AEA (2001)	27
3.1.3 CARB (2004)	28
3.1.4 IEEP (2005)	29
3.1.5 Overige studies	32
3.1.6 Synthese	33
3.2 <i>Terugverdientijd van zuiniger personenauto's</i>	36
3.3 <i>Marginale versus gemiddelde kostencurves</i>	37
3.4 <i>Discussie</i>	38
4. CO₂-kosteneffectiviteit van brandstofefficiencyverbetering: een brede welvaartsbenadering	41
4.1 <i>Methodiek</i>	41
4.1.1 Subsiëring van zuiniger technologie (bijvoorbeeld hybride-technologie)	41
4.1.2 Regulering van de brandstofefficiency	44
4.1.3 Regulering van maximum afmetingen	46
4.1.4 Verhoging brandstofaccijns	48
4.2 <i>Kwantificering van de kosteneffectiviteit van beleidsinstrumenten</i>	51
4.2.1 Subsidie van zuiniger auto's (welvaartsbenadering)	52
4.2.2 Regulering van maximum brandstofverbruik	55
4.2.3 Regulering van maximum afmetingen	56
4.2.4 Accijnsverhoging (zonder brandstofmixverschuiving)	57
4.2.5 Accijnsverhoging (met brandstofmixverschuiving)	57
4.3 <i>Discussie</i>	60
Literatuur	63
Bijlagen	65

Samenvatting en conclusies

Dit rapport is een discussiestuk

Dit rapport bevat een verkenning van methoden voor het schatten van kosteneffectiviteit van beleid ter vermindering van uitstoot van kooldioxide (CO₂) bij personenauto's. Het rapport geeft geen definitieve antwoorden op methodische vragen en doet geen concrete aanbevelingen voor reductiebeleid. Het rapport is bedoeld als startpunt van discussie.

Methode van schatten kosteneffectiviteit van grote invloed op het resultaat

Het begrip kosteneffectiviteit staat centraal in dit rapport: kosteneffectiviteit is hierbij gedefinieerd als de kosten per vermeden eenheid gereduceerde emissie. Kosteneffectiviteit is een krachtig begrip in milieubeleidsvaluatie omdat het inzichtelijk kan maken met welk beleid per uitgegeven euro de meeste emissiereductie kan worden bereikt. Momenteel vindt in de EU en in de lidstaten volop discussie plaats over aanscherping van het zogenaamde ACEA-convenant, waarin de Europese Commissie en de Europese auto-industrie hebben afgesproken te streven naar een kooldioxide-uitstoot (CO₂) per gereden kilometer voor nieuwe auto's vanaf 2008 van 140 g CO₂/km. In deze beleidsdiscussie speelt de kosteneffectiviteit van technische maatregelen om auto's zuiniger te maken een belangrijke rol. Dit rapport wil laten zien dat het begrip kosteneffectiviteit hierbij niet zo eenduidig is, als het misschien op het eerste gezicht lijkt. Het rapport toont aan dat de methode voor het schatten van de kosten grote invloed heeft op de uitkomsten: afhankelijk van de gekozen schattingsmethode kan een onderzoeker aan een subsidie op aanschaf van een 20% zuiniger auto een kosteneffectiviteit toekennen van -50 euro per ton vermeden CO₂-uitstoot of van 480 euro per ton vermeden CO₂-uitstoot. Nu is het wel vaker zo dat door methodische keuzen schattinguitkomsten in hoogte verschillen, maar dat uitkomsten hierdoor zelfs van 'teken' (minus versus plus) verschillen, is opmerkelijk.

Financiële benadering richt zich op 'out-of-pocket-money'

De methode die in het voorbeeld uitkomt op -50 euro per ton wordt aangeduid als de financiële benadering van kosteneffectiviteit. Dit rapport laat zien dat deze benadering vaak wordt toegepast voor nieuwe technologie om de brandstofefficiency van voertuigen te verbeteren. Het MNP (voorheen als RIVM) heeft deze methode ook toegepast om de kosteneffectiviteit te schatten van allerlei maatregelen om te komen tot CO₂-emissiereductie in verkeer en vervoer, om zodoende consistent te blijven met kostenschattingsmethoden in andere sectoren. De financiële benadering kijkt naar de meerkosten (exclusief heffingen) van een eventuele investering, trekt daar de verminderde uitgaven aan brandstof (exclusief accijns en BTW) vanaf, en deelt het saldo door de vermeden CO₂-emissies. De financiële benadering beschouwt heffingen en subsidies als overdrachten tussen consumenten en overheid, en neemt daarom eventuele effecten van beleid op de overheidsfinanciën niet mee als 'kosten'. De financiële benadering kijkt alleen naar de financiële kosten en baten van een maatregel. Of de maatregel onder invloed van beleid of autonoom wordt genomen, is in deze methodiek niet van belang. Ook het type beleidsinstrument (regelgeving, prijsbeleid) is niet van belang voor de uitkomsten. Het gaat in de financiële methode om verschillen in inkomsten en uitgaven in euro's, in de Engelstalige literatuur 'out-of-pocket money' genoemd.

Financiële benadering is beperkt

Er zijn twee hoofdredenen waarom de financiële benadering van kosteneffectiviteit beperkingen kent. Ten eerste worden in de benadering niet-financiële kosten en baten niet meegenomen, terwijl in verkeer en vervoer deze kosten en baten groot zijn. Typerend hiervoor is dat veel nu al beschikbare brandstofbeparende technologieën in auto's binnen een aantal jaren kunnen worden terugverdiend, maar desalniettemin niet door autofabrikanten worden aangeboden omdat consumenten blijkbaar de meerkosten niet willen betalen. Een ander voorbeeld is dat kleinere auto's zuiniger zijn (brandstofbaten), minder kosten, maar dat veel consumenten toch de overstap naar een kleinere auto niet maken. Een overstap naar kleinere auto's gaat blijkbaar samen met nutsverlies (= kosten). Een tweede tekortkoming is dat in de financiële benadering geen analyse wordt gemaakt van de effecten van een beleidsinstrument. Er wordt ingegaan op de financiële kosten van één maatregel die *mogelijk* wordt genomen als gevolg van de implementatie van een beleidsinstrument.

Maatschappelijke kosteneffectiviteit biedt voordelen

De methode die in het voorbeeld uitkomt op 480 euro per ton wordt in dit rapport aangeduid als maatschappelijke kosteneffectiviteit. De basis voor deze benadering is de economische welvaartstheorie. De maatschappelijke kosteneffectiviteit is een vorm van een maatschappelijke kosten-batenanalyse en neemt niet de maatregelen, maar (de gedragsreacties op) het beleidsinstrument als uitgangspunt. Een welvaartsbenadering van kosteneffectiviteit beschouwt alle gedragsreacties van producenten en consumenten als gevolg van een beleidsinstrument. De gedragsreacties zijn een directe maat voor kosten en baten, zowel financieel als niet-financieel, die samenhangen met een bepaald beleidsinstrument. In de welvaartsbenadering worden in tegenstelling tot in de financiële benadering, de gederfde accijnsinkomsten (door afname brandstofverbruik) voor de overheid niet direct weggestreept tegen verlaging van de accijnsuitgaven door consumenten. In een welvaartsanalyse worden bovendien zogenoemde externe effecten zoals verandering in reistijden, verkeersongevallen en bijvoorbeeld luchtverontreiniging (NO_x en PM₁₀) meegenomen in de kosteneffectiviteit (€/ton CO₂). Kortom: veel van de tekortkomingen van de financiële benadering kunnen met deze methode worden opgelost.

Financieel-technische benadering van kosten: er is technische potentie

De literatuur over de meerkosten van zuinige technologie voor personenauto's laat een relatief grote bandbreedte zien. Een synthese van de literatuur resulteert in geschatte meerkosten van 500 tot 2000 euro per auto om te komen tot een gemiddelde 140 g CO₂/km-auto. De geschatte meerkosten voor een gemiddelde 120 g CO₂/km-auto bedragen 1000 tot meer dan 5000 euro per auto. Deze meerkosten gelden ten opzichte van de '2002'-auto: benzine 184 g CO₂/km en diesel 153 g/km. Bij deze meerkosten wordt verondersteld dat er geen verschuiving in voertuigafmetingen plaatsvindt. Ook suggereert de technische literatuur dat veel van de reeds nu beschikbare technologie om auto's zuiniger te maken binnen vijf jaar terugverdiend kan worden. Daarmee is echter niet gezegd dat zuiniger voertuigen vanzelf op de markt komen. Consumenten hanteren blijkbaar kortere terugverdientijden.

CO₂-emissiereductie personenauto's soms duur, soms goedkoop

Het is zeer waarschijnlijk dat bij nieuw beleid om personenauto's zuiniger te maken er veel meer reacties zullen zijn dan alleen investeren in extra zuinige technologie. De methode van maatschappelijke kosteneffectiviteit biedt de mogelijkheid om de effecten van alle

gedragsreacties mee te nemen. De toepasbaarheid van de methode is getest in een aantal voorbeeldberekeningen. Deze voorbeeldberekeningen laten zien dat door de geringe betalingsbereidheid van de consument voor een zuiniger auto (consument wil meer investering in zuiniger auto binnen enkele jaren al terugverdiend hebben of wil geen kleine auto kopen of wil geen ander merk kopen) de maatschappelijke kosteneffectiviteit van CO₂-beleid behoorlijk veel lager kan zijn dan een berekening met financiële kosteneffectiviteit zou suggereren. Tevens laten de voorbeeldberekeningen zien dat beleid dat naast CO₂-winst leidt tot bijvoorbeeld reistijdbaten, of andere ‘co-benefits’ zoals de Engelstalige literatuur positieve neveneffecten aanduidt, zeer kosteneffectief kan zijn.

Kanttekeningen bij methode van maatschappelijke kosteneffectiviteit

De methode van maatschappelijke kosteneffectiviteit geeft realistischere uitkomsten dan de technisch-financiële benadering, omdat de methode rekening houdt met alle effecten van beleid, niet alleen technische effecten. Bij de methode zijn wel een aantal kanttekeningen te plaatsen.

Het is belangrijk dat beslissingsnemers begrijpen wat onder ‘kosten’ wordt verstaan; een inzicht dat bij de methode van maatschappelijke kosteneffectiviteit relatief lastig is. ‘Verlies aan consumentensurplus’, ‘minder overheidsinkomsten’, ‘monetaire waardering van co-benefits’ zijn kosten (of baten) van beleid die minder inzichtelijk zijn voor niet-economen dan ‘kosten of baten’-posten die gerelateerd zijn aan ‘out-of-pocket-money’. De monetaire waardering van de niet-‘out-of-pocket-money’-posten vindt plaats op basis van het concept van ‘bereidheid tot betalen’. Het is belangrijk voor beleidsmakers om dit concept te begrijpen. Zo kunnen ze inzien waarom beleid dat leidt tot het gebruik van kleinere auto’s of auto’s met een lager vermogen ten opzichte van de referentie tot kosten (verlies aan nut bij de consumenten) leidt. De beleidsmaker kan dergelijke kosten minder zwaar mee laten wegen, en beslissen toch dergelijk beleid te implementeren.

De beleidsmaker moet ook realiseren dat de maatschappelijke kosten van een beleidsinstrument hoog kunnen zijn vanwege de post ‘verlies aan overheidsinkomsten’. Deze post is belangrijk bij CO₂ beleid op personenauto’s, omdat consumenten in de referentiesituatie al relatief veel brandstofheffingen betalen. De beleidsmaker kan afwegen dat de compensatie van dat verlies (bijvoorbeeld via een heffing elders) voor hem of haar niet problematisch is. In dit rapport heeft de waardering van ‘verlies aan overheidsinkomsten’ plaatsgevonden door één euro verlies aan overheidsinkomsten gelijk te stellen aan één euro maatschappelijke kosten. Beter zou zijn om de wijze van compensatie van het verlies te kennen en over die wijze een kosten-batenanalyse uit te voeren. De wijze van compensatie is echter onbekend, zodat moet worden volstaan met de eenvoudige waardering. Maar het is belangrijk bij de besluitvorming om zich bewust te zijn van deze keuze.

De methode is relatief problematisch in de toepassing. De methode vereist namelijk inzicht in alle (gedrags-) reacties van betrokken partijen op nieuw beleid. Dat inzicht is niet altijd bekend of af te leiden uit bestaand onderzoeksmateriaal, zodat soms uitgebreid onderzoek nodig is om de inzichten te verkrijgen. En daar is niet altijd tijd of budget voor.

Een vierde kanttekening is dat bij een beschouwing over kosteneffectiviteit van beleidsopties over alle sectoren heen dezelfde methode van schatten van kosteneffectiviteit zou moeten

worden gebruikt. In dit rapport heeft een verkenning plaatsgevonden naar een andere dan gebruikelijk methode voor het schatten van kosteneffectiviteit van beleidsopties. Als deze minder gebruikelijke methode bij verkeer wordt gebruikt en bij andere sectoren niet, dan worden over alle sectoren heen appels met peren vergeleken. De opsteller van de kosteneffectiviteitschattingen zou dus moeten kiezen voor één methode over alle sectoren heen, of in ieder geval duidelijk moeten maken welke methode per sector is gebruikt, en wat de implicaties zijn van het hanteren van verschillende schattingsmethoden.

1. Inleiding

Het bestaan van klimaatverandering is onomstotelijk vastgesteld. Over de rol van de mens hierin is aanzienlijk meer discussie. Toch is een meerderheid van de wetenschappers die zich met klimaatverandering bezighoudt van mening dat het gebruik van fossiele brandstoffen – en de daarmee gepaarde uitstoot van broeikasgassen – leidt tot de verandering van het klimaat. Halverwege de jaren negentig hebben veel grote geïndustrialiseerde landen in Kyoto afspraken gemaakt om de broeikasgasemissies terug te dringen. De Europese Unie heeft afgesproken haar broeikasgasemissies in de periode 2008-2012 met 8% te reduceren ten opzichte van de situatie in 1990. Om het proces van klimaatverandering binnen veilige grenzen te houden, moeten de mondiale broeikasgasemissies voor het eind van dit millennium met 50% worden verminderd (ten opzichte van 1990). Om ontwikkelingslanden ook nog groeimogelijkheden te geven, moeten geïndustrialiseerde landen hun broeikasgasemissies zelfs met 80% verminderen.

De beleidsmatig interessante vragen zijn vervolgens: welke maatregelen zouden maatschappelijke sectoren kunnen nemen om dit doel te bereiken? En welke instrumenten zet de overheid in om ervoor te zorgen dat die sectoren de maatregelen daadwerkelijk nemen? Vanuit economisch perspectief is het hierbij verstandig allereerst de goedkoopste maatregelen te nemen, en vervolgens de steeds duurdere. Verder geldt dat de locatie van broeikasgasemissies geen rol speelt bij klimaatverandering. Dit impliceert dat vanuit de economische rationaliteit op mondiale schaal zou moeten worden gezocht naar de goedkoopste maatregelen.

Verkeer en vervoer is één van de maatschappelijke sectoren waar maatregelen genomen kunnen worden. De broeikasgasemissies door de sector verkeer zijn in de afgelopen decennia jaarlijks toegenomen, en zullen de komende decennia naar verwachting blijven toenemen ondanks verschillende beleidsinspanningen en de gestegen olieprijs. In de sector verkeer is kooldioxide (CO₂) verreweg het belangrijkste broeikasgas, zodat dit rapport zich tot maatregelen en instrumenten beperkt om de CO₂-uitstoot van verkeer te verminderen. Bijlage 1 geeft inzicht in ontwikkeling van CO₂-uitstoot van transport voor de periode 1990 – 2040.

De vraag die het beleid zich stelt is: hoe kan de CO₂-emissie door het verkeer worden verminderd? In de Nota Verkeersemissies (VROM, 2004) heeft de Nederlandse regering de ambitie uitgesproken om de CO₂-emissies door de sector verkeer in 2030 met 40 - 60% te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Ook de Europese biobrandstoffenrichtlijn geeft als argumentatie voor de bijmenging van biobrandstoffen de bestrijding van de gestaag toenemende CO₂-emissies door de sector verkeer.

Het is de vraag of het stellen van dergelijke sectorale doelen verenigbaar is met het uitgangspunt om CO₂-emissiereductie op een zo goedkoop mogelijke manier te verwezenlijken. Daartoe moet het begrip kosteneffectiviteit van verkeersmaatregelen worden geoperationaliseerd. Dit rapport geeft deze operationalisering waarbij het rapport zich beperkt tot kosteneffectiviteit van beleid om de brandstofefficiency van personenauto's te verbeteren.

De reden van deze beperking is tweeledig. De eerste is dat het onderwerp anders te overloos zou worden en de tweede reden is dat maatregelen gericht op brandstofefficiencyverbetering van personenauto's – preciezer gezegd: op verlaging van de CO₂-uitstoot per gereden kilometer – politiek in de belangstelling staan. Zo wordt er in de EU over nagedacht om het convenant van de Europese Commissie met de auto-industrie verder aan te scherpen. In het huidige convenant geldt de afspraak om de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's in 2008 gemiddeld te beperken tot 140 g/km. Bij aanscherping wordt gedacht aan 120 g/km.

Leeswijzer

Dit rapport is een methodische verkenning. Het begrip 'kosteneffectiviteit' is namelijk niet zo eenduidig als het misschien op het eerste oog lijkt. Daarom wordt in hoofdstuk 2 een theoretische beschouwing gegeven over het begrip kosteneffectiviteit. Hoofdstuk 3 analyseert de literatuur over de technische meerkosten van zuiniger personenauto's. Hoofdstuk 4 verruimt dan de blik van de technische meerkosten richting de maatschappelijke kosten. Voor vier beleidsinstrumenten wordt de kosteneffectiviteit met voorbeeldberekeningen geschat vanuit de brede welvaartsbenadering van kosten en baten. Aan bod komen: 1) subsidies op zuiniger auto's, 2) regulering van brandstofverbruik, 3) regulering van voertuigkenmerken en 4) verhoging van de brandstofaccijns.

2. Theorie van maatschappelijke kosteneffectiviteit

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de theorie achter de benadering van ‘maatschappelijke’ kosteneffectiviteit van beleidsinstrumenten in het verkeer. Paragraaf 2.2 laat verschillende perspectieven voor de berekening van kosten zien. Paragraaf 2.3 behandelt de verschillende categorieën van maatschappelijke kosten en baten die moeten worden meegenomen in een ‘brede’ maatschappelijke kosteneffectiviteitsanalyse. Paragraaf 2.4 gaat in op het verschil tussen enerzijds een techniekgerichte en anderzijds een instrumentgerichte kosteneffectiviteit.

2.2 Perspectief: keuze voor maatschappelijke kosten

Om kosteneffectiviteit van beleidsopties te schatten, is een definitie van kosten nodig. In het verleden zijn bij de beoordeling van overheidsmaatregelen verschillende perspectieven voor kosten gebruikt. Een paar voorbeelden.

Kosten voor de overheid

Bij de beoordeling van de effectiviteit van subsidieregelingen geldt soms als kostencriterium het bestede subsidiegeld, ofwel de *overheidsuitgaven*. Deze benadering is bijvoorbeeld gehanteerd door de Interdepartementale Onderzoekscommissie Energiesubsidies.

Eindgebruikerskosten

In bijvoorbeeld het Optiedocument van maatregelen voor de vermindering van broeikasgasemissies (ECN/RIVM, 1998) en in de recente Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020 (ECN/MNP, 2006) wordt onder andere de eindgebruikersbenadering gehanteerd: alleen de financiële kosten van een maatregel voor eindgebruikers tellen hier. Eindgebruikers zijn bijvoorbeeld automobilisten (privé en zakelijk) en transportbedrijven. Met *financiële kosten* – een beetje rare term – wordt bedoeld op extra uitgaven of inkomsten van de eindgebruiker als gevolg van een maatregel: het gaat om wat in de Engelstalige literatuur ‘out-of-pocket-money’ wordt genoemd.

Beide benaderingen zijn niet volledig omdat ze slechts een beeld geven van de effecten van een instrument of maatregel op de inkomsten en uitgaven van één maatschappelijke partij en omdat ze een beperkte definitie van kosten hebben. Wanneer bijvoorbeeld overheidsuitgaven maatgevend zijn scoren heffingen altijd beter dan subsidies. Wanneer alleen eindgebruikerskosten maatgevend is dat juist andersom.

Nationale kosten

Met de nationale kosten, zoals ook gehanteerd in bovengenoemde publicaties (ECN/RIVM 1998 en ECN/MNP, 2006), proberen onderzoekers een beeld te geven van de kosten en baten van een beleidsinstrument of een maatregel voor Nederland als geheel. Het nadeel van de gangbare methodiek van ‘nationale kosten’ voor verkeer is echter dat ook nu niet alle kosten

en baten van een maatregel worden meegenomen, maar alleen die posten van kosten en baten die in financiële termen zijn uitgedrukt. Hierdoor ontstaat de moeilijke situatie dat beleidsinstrumenten op verkeer die tot reistijdverlies leiden of tot mobiliteitsverlies er als zeer kosteneffectief uitspringen; immers niet meer rijden of langzamer rijden leidt tot minder uitgaven aan vervoermiddelen en brandstof en dus tot flinke besparingen op ‘out-of-pocket-money’. Echter, in deze financiële benadering wordt genegeerd dat automobilisten verlies van nut ondervinden als ze door een beleidsinstrument minder of langzamer ‘moeten’ rijden. Het is daarom dat in de Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020 (ECN/MNP, 2006) voor de sector verkeer als enige bij de nationale kosten een kostenmethode wordt gehanteerd gebaseerd op de brede welvaartsbenadering (zie verder).

Macro-economische kosten

Het CBP hanteerde in zijn analyse van de Regulerende EnergieBelasting (REB) voor de Tweede Werkgroep Vergroening Fiscale Stelsel (CPB, 2001) een bredere definitie, namelijk de kosten van overheden, eindgebruikers, betreffende industrie en (bij terugsluis van heffingen) de (positieve) effecten op andere economische sectoren.

Keuze in dit document

In dit rapport zal de zogenoemde ‘maatschappelijke’ kosteneffectiviteit worden uitgewerkt. De benadering van kosten komt hierin overeen met voornoemde macro-economische kostenbenadering van het CPB en met de nationale kostenbenadering. Bij de nationale kostenbenadering wordt dan wel gedoeld op de minder gangbare benadering waarbij ook kosten van beleid in beschouwing worden genomen die niet primair worden uitgedrukt in financiële termen, zoals reistijdverlies en comfortverlies.

2.3 Maatschappelijke kosten en baten

De gebruikelijke methode voor kosteneffectiviteitsberekeningen van milieubeleid in verkeer heeft een volgende soort van vorm (zie bijvoorbeeld TNO, IEEP en LAT, 2006):

$$\text{kosteneffectiviteit} = \frac{\text{investering}_{\text{nieuwetechnologie}} - \text{NCW}_{(\text{jaarlijksebrandstofkostenverandering})}}{\text{emissiereductie}_{\text{levensduur}}} \quad (1)$$

De kosten worden in deze formulering (1) gevormd door de investering van een nieuwe techniek (in euro’s) en door de verandering in brandstofkosten die de nieuwe techniek over de gehele levensduur teweegbrengt (in euro’s). Met NCW wordt netto contante waarde bedoeld; een methode om kasstromen die op verschillende tijdstippen plaatsvinden – in dit geval jaarlijkse brandstofkostenveranderingen – naar één tijdstip contant te maken en op te tellen. De effecten worden gevormd door de vermeden emissie van de nieuwe techniek gedurende de levensduur: het is de noemer in formule (1). Er zijn vele variaties op deze vorm van kosteneffectiviteitsberekening mogelijk, maar de essentie is zoals weergegeven in de formule. In deze methode worden bij investeringen en brandstofkostenveranderingen de belastingen hierop veelal niet meegenomen, omdat de redenering is dat belastingen overdrachten zijn en daarmee niet als maatschappelijke kosten en baten zijn aan te merken.

Deze benadering werkt vanuit oogpunt van maatschappelijke kosten alleen goed voor beleid dat uitsluitend leidt tot technische maatregelen - en dan ook nog technische maatregelen die geen of nauwelijks effect hebben op de brandstofkosten. Een voorbeeld zijn de kosteneffectiviteitsberekeningen voor het Europese Euro-normenbeleid (zie bijvoorbeeld Vringer en Hanemaaijer, 2000). De Euro-normen van de EU voor wegvoertuigen leiden tot extra investeringen in schone techniek die weinig brandstofeffecten met zich meebrengen. Voor deze technische maatregelen is het redelijk eenvoudig de maatschappelijke kosteneffectiviteit te bepalen. Bij volledige toerekening van de milieu-effecten van de Euro-normen naar NO_x – als indicatorstof – schatten Vringer en Hanemaaijer (2000) een kosteneffectiviteit van 2 €/kg voor Euro4-vrachtwagens en van 6 - 8 €/kg voor Euro3- en Euro4-dieselpersonenauto's (in prijzen van 1995).

Voor milieubeleid op verkeer dat (ook) tot gedragsreacties leidt, bijvoorbeeld minder autorijden of het kopen van een kleinere, zuinigere auto, is de gekozen formule echter ongeschikt. Immers: in de gekozen benadering is geen ruimte voor 'kosten' die met deze gedragsreacties gepaard gaan. Dit punt wordt hierna in detail verder uitgewerkt.

Het inzetten van beleidsinstrumenten in het verkeer kan, naast het uitlokken van allerlei technische investeringen, een scala aan gedragsreacties veroorzaken die direct of indirect doorwerken op de welvaart. Hogere benzineaccijnzen kunnen mensen ertoe aanzetten zuinigere auto's te kopen, te switchen naar diesel of het kan ze aanzetten minder auto te gaan rijden. Aan de kostenkant worden mensen dus gepusht om dingen te doen die ze zonder die accijnsverhoging niet zouden doen (kleinere auto, minder rijden). Aan de batenkant wordt er minder brandstof verbruikt en ontstaan er minder emissies, ongevallen en files.

Dit voorbeeld maakt duidelijk dat beleid in verkeer en vervoer relatief veel niet-financiële kosten en baten met zich mee kan brengen. Dit nodigt uit tot het toepassen van een kosten-batenanalyse (KBA) op verkeersbeleidsmaatregelen. Het resultaat van een kosten-batenanalyse van een beleids optie is een rentabiliteitsoverzicht van effecten waarvoor marktprijzen bestaan; daarnaast worden in het rentabiliteitsoverzicht zoveel mogelijk effecten opgenomen waarvan de waarde (in euro's) verantwoord kan worden bepaald via een andere weg dan afgeleid uit marktprijzen (Eijgenraam et al., 2000). Het is gebruikelijk om in een KBA de effecten van beleid in te delen in drie groepen:

- directe effecten;
- indirecte effecten;
- externe effecten (emissies, geluid, ongevallen).

In de volgende subparagrafen zullen deze effecten verder worden uitgewerkt.

2.3.1 Directe en indirecte effecten van beleid: een nadere uitwerking

Effecten op overheidsinkomsten- en uitgaven

Een beleidsinstrument om tot CO₂-emissiereductie bij personenauto's te komen zal in bijna alle gevallen effecten hebben op de overheidsinkomsten en –uitgaven. De directe overheidsinkomsten en uitgaven betreffen bijvoorbeeld subsidies, inkomsten uit vaste autobelastingen en de brandstofaccijnzen. Het uiteindelijke welvaartseffect van meer of minder overheidsinkomsten door nieuw beleid, is lastig in te schatten. De reden is dat het welvaartseffect afhankelijk is van hoe de overheid eventueel lagere inkomsten gaat compenseren of hoe ze eventueel hogere inkomsten gaat spenderen.

Stel: een overheid verhoogt de brandstofaccijnzen en ze sluis dat geld onmiddellijk terug naar de huishoudens en transportsector én er zouden geen marktperfecties bestaan. In dit theoretische geval is er sprake van een herverdelingseffect, of, in andere woorden, van pure overdrachten, zoals hiervoor verwoord. De overheid krijgt X miljoen euro extra binnen ten koste van huishoudens en bedrijfsleven, maar compenseert die partijen onmiddellijk met dezelfde X miljoen euro die daar baten van genereren gelijk aan X miljoen euro: netto welvaartseffect nul. In werkelijkheid vindt de terugsluis (veelal) op onbekende wijze plaats en bestaan er juist wel marktperfecties, waardoor het welvaartseffect van de terugsluis groter dan kan zijn dan X of juist kleiner dan X. Desondanks zal in dit rapport de 'herverdelingsbenadering' worden gevolgd bij extra overheidsinkomsten door beleid; bij gebrek aan kennis over de werkelijke wijze van terugsluis. In het Europese beleidsanalysemodel voor transport Tremove (De Ceuster et al., 2005) wordt naast de herverdelingsbenadering een benadering gevolgd die wél tot extra welvaartsbaten leidt. De redenering in het model hierbij is dat de arbeidsmarkt tot, economisch gezien, imperfectste markten in West-Europa behoort. Indien de overheid in de transportsector door een milieumaatregel extra inkomsten genereert, zou ze dus in de arbeidsmarkt haar belastingen kunnen verlagen (of in ieder geval hoeft ze daar de belastingen niet verder te laten stijgen), waardoor er in die markt relatief veel welvaartswinst wordt geboekt. Aangezien er op deze wijze welvaartseffecten worden ingeboekt op een markt buiten de transportsector, moet dit effect worden beschouwd als een indirect effect. Uiteraard is de Tremove-benadering speculatief.

Voor de situatie dat een beleidsinstrument leidt tot minder overheidsinkomsten, geldt in analogie met het voorgaande, dat het uiteindelijke welvaartseffect afhankelijk is van de wijze van compensatie: de overheid kan niets doen en de staatsschuld verder doen oplopen of niet versneld aflossen, ze kan bezuinigen op een specifieke uitgave of ze kan op een alternatieve wijze de misgelopen belastinginkomsten generen (bijvoorbeeld in een andere markt de belastingen verhogen). Alle drie deze wijzen van compensatie leiden in meer of mindere mate tot maatschappelijke kosten. Aangezien de wijze van compensatie niet bekend is, wordt in deze studie verondersteld dat het welvaartsverlies van lagere overheidsinkomsten door een maatregel gelijk is aan het 'misgelopen' bedrag.

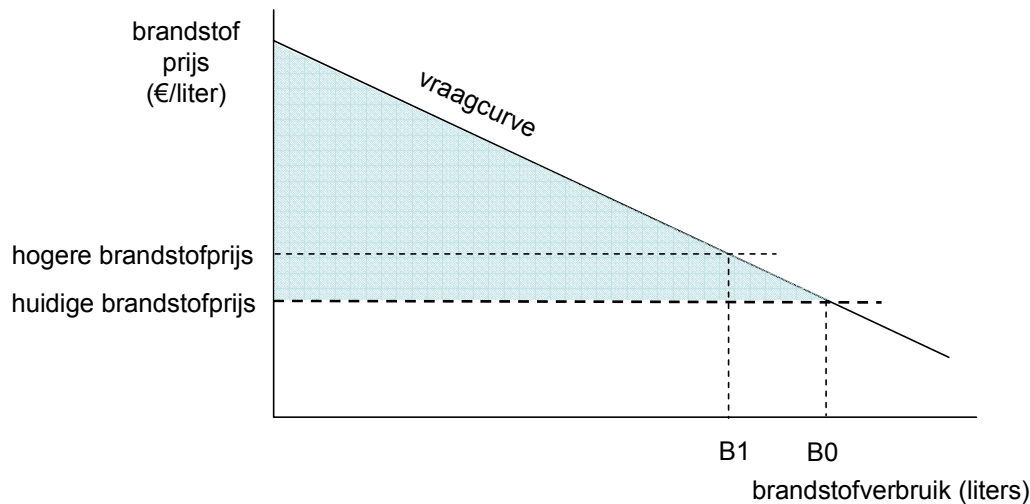
Uitvoeringskosten

Aan de uitvoering van beleidsinstrumenten zijn vaak kosten voor de overheid verbonden. Subsidieaanvragen moeten worden beoordeeld, heffingen geïnd en ook praktische zaken als bijvoorbeeld mobimeters om kilometerheffing mogelijk te maken, kunnen worden bekostigd. Deze zogenaamde uitvoeringskosten zijn maatschappelijke kosten.

Consumentensurplus

Een vaak heel belangrijk direct effect van beleid is een verandering van het consumentensurplus. Het consumentensurplus kan worden gedefinieerd als het verschil tussen de betalingsbereidheid voor een goed en de werkelijke prijs van dat consumentengoed. In de welvaartstheorie is consumentensurplus een krachtig begrip omdat het begrip duidelijk maakt dat de maatschappelijke waardering van bijvoorbeeld verkeer en vervoer (veel) groter is dan datgene wat de consument daadwerkelijk betaalt voor de transportdiensten (Rietveld, 2002). Het begrip ‘consumenten’ van transportdiensten moet breed worden opgevat: het gaat om automobilisten, treinreizigers, verladers, vliegtuigpassagiers, enzovoort.

Figuur 2.1 geeft de betalingsbereidheid voor brandstof (vraagcurve) weer, geordend van de hoogste naar de laagste betalingsbereidheid. De vraagcurve kan gelden voor individuele automobilisten of voor alle automobilisten samen. Betrokken op alle automobilisten samen kan het verloop van de vraagcurve als volgt worden toegelicht: sommige automobilisten hebben een hoge betalingsbereidheid voor het gebruiken van transportbrandstof en voor hen is het consumentensurplus groot (linkerzijde van gearceerde driehoek in de figuur). Voor andere automobilisten is de betalingsbereidheid net iets hoger dan de brandstofprijs; hun consumentensurplus is bijna nul (rechterhoekpunt van gearceerde driehoek). Het oppervlak tussen de vraagcurve en de huidige brandstofprijs is het consumentensurplus van alle brandstofverbruikers samen. Wanneer de overheid de brandstofaccijnzen verhoogt, neemt de brandstofprijs aan de pomp toe. Het directe effect van deze maatregel is dat het consumentensurplus afneemt. Voor sommige automobilisten wordt de betalingsbereidheid zelfs lager dan de brandstofprijs en deze automobilisten zullen gaan bezuinigen op autoritten, ze zullen zuiniger gaan rijden en/of ze zullen op den duur een zuiniger auto kopen. Het saldo van voorgaande gedragsreacties is dat het brandstofverbruik afneemt van B0 tot B1. Dit wordt vraaguitval genoemd. De hogere belasting leidt dus tot verlies aan consumentensurplus door vraaguitval: dit verlies aan consumentensurplus wordt in de economische literatuur ook wel aangeduid als ‘excess burden of taxation’ of ‘deadweight loss’.

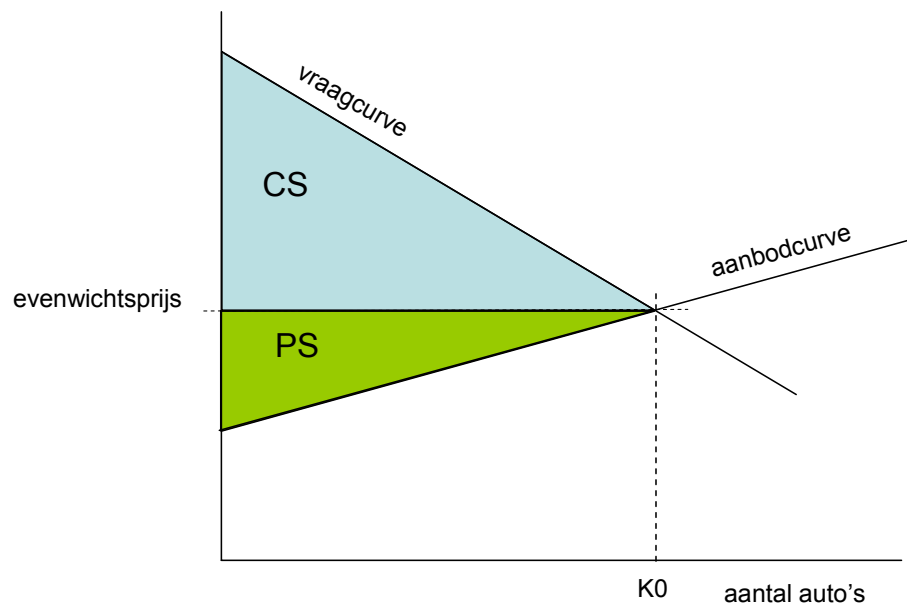


Figuur 2.1 Schematische voorstelling van het consumentensurplus

Een brandstofprijshoging zal verder mogelijk het aanbod van zuiniger auto's doen verhogen, omdat het voor autofabrikanten aantrekkelijker wordt zuiniger auto's op de markt te gaan aanbieden. In hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan.

Producentensurplus

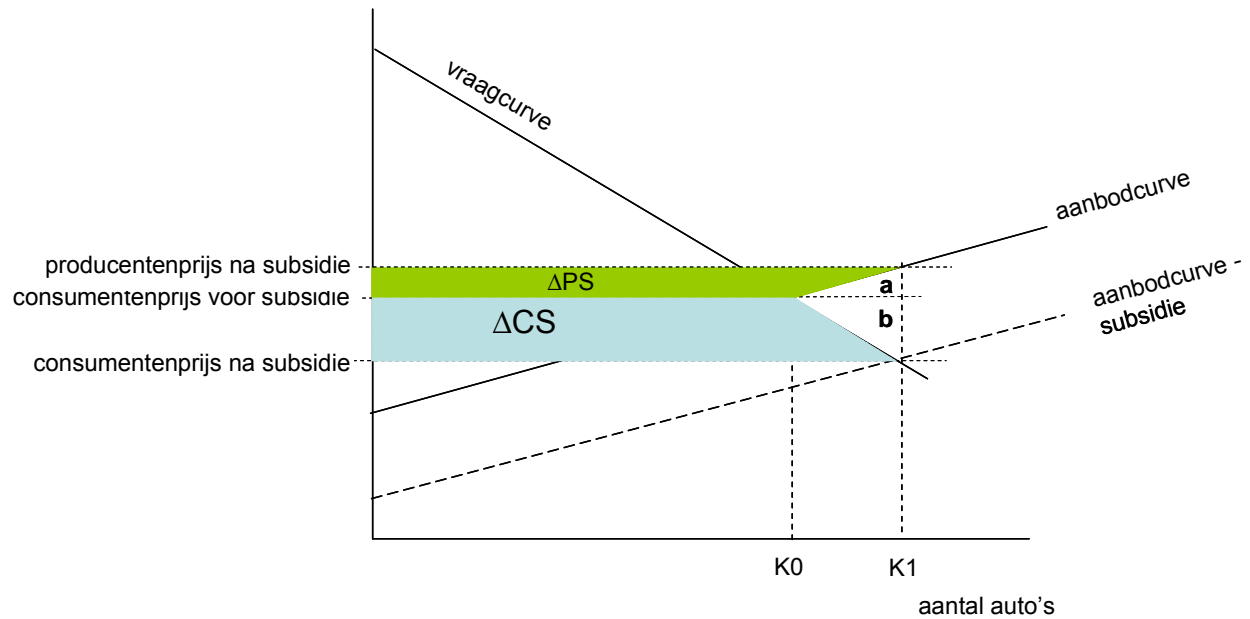
Naast het consumentensurplus (CS) bestaat ook het begrip 'producentensurplus (PS)'. Het producentensurplus is gedefinieerd als het verschil tussen de prijs waarvoor een producent een bepaald product op de markt verkoopt (evenwichtsprijs of marktprijs) en de minimale prijs waarvoor de producent het product nog wil verkopen. Bij een lage marktprijs zijn er minder producenten die een bepaald product op de markt aanbieden. Hoe hoger de marktprijs, hoe meer producenten er op een bepaalde markt komen en hoe meer producten zij aanbieden. Het verband tussen de marktprijs en het marktaanbod wordt beschreven door de zogenoemde marginale aanbodcurve (zie Figuur 2.2). De marginale aanbodcurve geeft bijvoorbeeld de prijs weer van iedere extra geproduceerde auto. In Figuur 2.2 is een stijgende aanbodcurve geschetst, hetgeen betekent dat iedere extra geproduceerde auto steeds iets duurder is om te produceren. In het marktevenwicht (K_0) is de marginale kostprijs gelijk aan de marginale betalingsbereidheid (WTP).



Figuur 2.2 Schematische voorstelling van consumenten- en producentensurplus

In het geval van een subsidie op bijvoorbeeld hybride-auto's wordt de door de consument waargenomen aanbodcurve met het subsidiebedrag verlaagd. De consument gaat hierdoor meer auto's kopen (zie Figuur 2.3). Fabrikanten beantwoorden de toename in de vraag met een verhoging van de prijs (vóór subsidie). Er ontstaat een nieuw evenwichtspunt (K1). Door de subsidie op hybride-auto's neemt het consumentensurplus toe met oppervlak ΔCS (is dus een direct effect). Het producentensurplus neemt ook toe (is een ander direct effect) omdat de producent meer auto's kan afzetten en ook nog eens tegen een iets hogere marktprijs.

Tot nu toe is de beschouwing 'theorie'. Over het verloop van de aanbodcurve is in de praktijk namelijk vaak weinig bekend. Daarom wordt in het vervolg van dit rapport verondersteld dat de aanbodcurve een horizontale lijn is, ofwel dat het producentensurplus gelijk is aan nul. Veranderingen in de hoeveelheid verkochte producten hebben in dat geval geen effect op het producentensurplus.



Figuur 2.3 Schematische voorstelling van verandering van consumenten- en producentensurplus bij subsidie van hybride auto's.

De driehoekjes (a en b) in Figuur 2.3 vertegenwoordigen de 'deadweight loss' (zie hiervoor) van de subsidieregeling. Door de subsidieregeling vindt een toename van de vraag plaats naar hybride-auto's. Het door de overheid betaalde subsidiebedrag om deze extra vraag uit te lokken is hoger dan de betalingsbereidheid van producenten (driehoekje a) en consumenten (driehoekje b) om een hybride-auto te produceren dan wel aan te schaffen.

Er zijn dus consumenten en producenten die zonder welk subsidiebedrag dan ook al zouden overgaan tot de door de overheid gewenste aanschaf of productie. Deze groep 'krijgt' het totale subsidiebedrag zonder dat ze daarvoor hun gedrag moeten aanpassen. In de literatuur wordt deze groep ook wel aangeduid met de term 'freeriders'. Uitgaande van de veronderstellingen zoals hiervoor verwoord bij de effecten van maatregelen op de overheidsuitgaven en -inkomsten is het welvaartseffect van de 'freeriders' netto nul. Immers de overheidskosten worden gelijk verondersteld aan de toename van het consumenten- en producentensurplus. De werkelijkheid zal echter ingewikkelder zijn en bovendien wordt het politiek mogelijk als onbevredigend geacht dat overheidsgeld wordt gependend zonder gewenst effect: het leidt alleen tot herverdeling. Daarom wordt in dit rapport het 'freerider'-effect bij de maatschappelijke kosteneffectiviteit apart aangegeven.

2.3.2 Externe effecten

Een beleidsoptie kan invloed hebben op de zogenaamde externe effecten van verkeer en vervoer. Met mobiliteit gaan effecten gepaard die de transportconsument niet of onvoldoende meeneemt in zijn of haar beslissing om te gaan rijden, vliegen of varen. Dit zijn de zogenoemde externe effecten. Voorbeelden hiervan zijn congestie, geluidhinder, emissie van schadelijke stoffen, ongevalsrisico's en extra onderhoud van infrastructuur. Wanneer een beleidsinstrument bijvoorbeeld leidt tot een daling van de autokilometrage, dan zullen er naast de al eerder besproken maatschappelijke kosten van de maatregelen ook baten voor de maatschappij zijn in de vorm van een afname van congestie, geluidhinder, ongevalsrisico's en infrastructuurschade.

Voor externe effecten bestaan geen marktprijzen. Voor de waardering van de externe effecten is in deze studie gebruikt gemaakt van de schaduwrijzen per voertuigkilometer zoals die zijn berekend in de CE-studie 'De prijs van een reis' (Vermeulen et al., 2004). Deze CE-studie verantwoordt ook methoden die kunnen worden toegepast om externe effecten in een prijs uit te drukken.

Verandering in congestie

Een speciaal extern effect van mobiliteit is congestie. Een automobilist houdt er, zolang er geen congestieheffingen zijn, in zijn of haar beslissing om te gaan rijden onvoldoende rekening mee dat hij of zij hierdoor files voor anderen veroorzaakt. Economische instrumenten kunnen het vervoersvolume en dus ook de congestie op de wegen beïnvloeden. De drukte op de Nederlandse wegen heeft als gevolg dat mensen vaak langer over een rit doen dan in het geval het minder druk zou zijn. De verliesuren die ze in de file doorbrengen vormen een maatschappelijke kostenpost. Salarissen van chauffeurs moeten worden doorbetaald, vrachtwagens kunnen op dat moment niet voor een andere rit worden ingezet. Werknemers staan dagelijks in de file en hadden hun tijd graag anders besteed.

2.4 Financieel-technische versus welvaartsbenadering van kosteneffectiviteitsanalyse

Tot op heden wordt vaak een financiële benadering van kosteneffectiviteit toegepast – zie formule (1), wanneer het gaat om technologie om de brandstofefficiency van voertuigen te verbeteren (zie hoofdstuk 3 van dit rapport). Tegenover de financiële benadering staat de welvaartsbenadering van kosteneffectiviteit, afkomstig uit de welvaartseconomie, zoals toegelicht in paragraaf 2.3. De welvaartsbenadering is een instrumentgerichte benadering die kijkt naar alle gedragsreacties op een beleidsinstrument, bijvoorbeeld van een subsidie voor zuiniger auto's. Centraal staan nu niet de financiële kosten en baten van de zuiniger technologie, waartegen de CO₂-emissiewinst in kilogram vermeden emissie wordt afgezet. Centraal staan de kosten en baten van alle effecten - ook de niet-financiële effecten - van de subsidie voor alle partijen: de overheid, de automobilisten, de producenten en derden. Alle maatschappelijke effecten van een beleidsinstrument worden in deze benadering in een prijs uitgedrukt, behalve het effect op de CO₂-emissie. Het CO₂-effect wordt uitgedrukt in

kilogram vermeden emissie, zodat ook in deze benadering een kosteneffectiviteit kan worden bepaald in de vorm kosten per vermeden hoeveelheid emissies (€/kg).

Essentieel voor het kunnen toepassen van de welvaartsbenadering is het kennen van alle (gedrags-)reacties van alle betrokken partijen op nieuw beleid ten opzichte van de situatie dat het beleidsvoorstel niet zou worden doorgevoerd. Dat stelt hoge eisen aan beschikbare modellen, literatuur en eventueel ander onderzoeksmateriaal. Dit vormt een nadeel van de maatschappelijke kosten-effectiviteitsmethode, omdat dergelijk onderzoeksmateriaal niet altijd beschikbaar is. Om de methode toch te kunnen toepassen is dan aanvullend marktonderzoek nodig (bijvoorbeeld 'Stated Preference' of 'Stated Choice'-onderzoek), waar niet altijd budget of tijd voor is.

3. Meerkosten en terugverdientijd van efficiëntere personenauto's: een financiële benadering

In de Europese Unie (EU) wordt beleid gevoerd om de CO₂-uitstoot van personenauto's terug te dringen. Voor een uitgebreid overzicht wordt verwezen naar de volgende internetsite: http://ec.europa.eu/environment/co2/co2_home.htm. Mede als gevolg van deze beleidsaandacht wordt relatief veel onderzoek gedaan naar de technische meerkosten om auto's zuiniger te maken. Dit hoofdstuk bevat een analyse van deze internationale literatuur. Uitgangspunt in deze literatuur is vaak dat auto's zuiniger worden gemaakt zonder dat de voertuigafmetingen veranderen. Gegeven deze randvoorwaarde kan efficiencyverbetering worden gerealiseerd door toepassing van een efficiëntere aandrijflijn (aanpassing motor, overbrenging of hybridisering aandrijflijn) of door aanpassingen aan het voertuig (lichter, gestroomlijnder, minder rolweerstand). Daarnaast kan technologie aangrijpen op de wijze van autorijden, met als voorbeelden de 'cruise-control' of de schakelindicator die aangeeft wanneer het best kan worden geschakeld voor een zo gunstig mogelijk brandstofverbruik.

Op basis van de literatuur is een verband geconstrueerd tussen de absolute meerkosten van zuiniger technologie en de daarmee te realiseren procentuele efficiencyverbetering. Op basis van deze informatie en aanvullende veronderstellingen is de terugverdientijd van zuiniger technologie berekend. De terugverdientijd geeft een indicatie voor de aantrekkelijkheid van extra investeren in zuiniger technologie vanuit het perspectief van de consument. In de literatuur (voor een analyse, zie Greene en Schafer, 2003) wordt gesteld dat consumenten bij de aankoop van zuiniger technologie een terugverdientijd van maximaal circa 3 jaar hanteren.

3.1 Meerkosten van zuiniger personenauto's

De meerkosten van zuiniger technologie voor personenauto's zijn afgeleid uit een aantal Europese en Amerikaanse onderzoeken, die in deze paragraaf achtereenvolgens worden besproken.

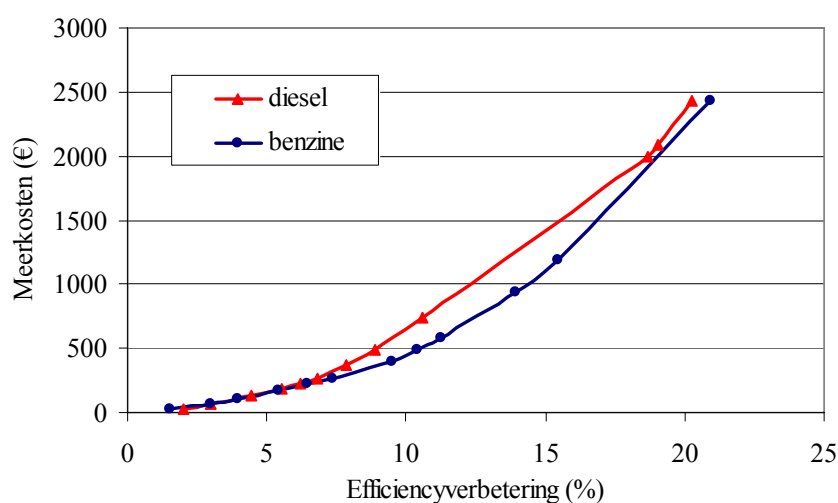
3.1.1 OECD/IEA (2005)

In 2005 kwamen OECD en IEA met een gezamenlijke studie naar de kosten en effecten van zuiniger auto's onder de titel 'Making cars more fuel efficient; technology for real improvements on the road'. In de studie worden van verschillende technologie-opties om auto's zuiniger te maken de meerkosten geschat en de effecten op het brandstofverbruik. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de kosten en effecten van de in OECD/IEA (2005) beschouwde technologieën. OECD/IEA (2005) neemt als referentiesituatie voor het brandstofverbruik: 7,5 l/100 km voor een benzine-auto en 5,6 l/100 km voor een dieselauto.

Tabel 3.1 Kosten en effecten van zuiniger autotechnologie (OECD/IEA, 2005)

Technologie	Meerprijs (€)	Gemiddelde efficiencyverbetering (%)					
		benzine			diesel		
		laag	hoog	gemiddeld	laag	hoog	gemiddeld
Elektrische waterpomp	100-150	1,0	4,0	2,3	0,5	2,0	1,1
Efficiënte dynamo	40-60	0,5	2,0	1,1	0,5	2,0	1,1
Efficiënte airconditioners	80-120	0,0	3,0	1,0	0,0	3,0	1,1
Warmtepomp voor airco	200-300	0,0	5,0	1,8	0,0	5,0	1,9
Verwarmde accu	80-100	0,0	3,0	1,0	0,0	1,5	0,5
Dubbel koelsysteem	30-50	1,0	2,0	1,5	0,5	1,0	0,8
Stop/startstelsel	300-400	0,0	8,0	3,0	0,0	4,0	1,5
Lage rolweerstand banden	50-80	1,0	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5
Laag-viscose motorolie	40-60	0,5	2,0	1,0	0,5	1,0	0,6
Bandenspanningsmonitor	30-40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Schakelmomentindicator	25-35	1,0	2,0	1,5	1,5	2,5	2,0
Rijopleiding	150-250	5,0	10,0	7,5	5,0	15,0	10,0
Adaptatieve cruise control	1000-1500	3,0	10,0	6,5	3,0	15,0	9,0

Op basis van de gegevens in Tabel 3.1 zijn kostencurves van technologiepakketten geconstrueerd. Uitgangspunt in deze kostencurves is dat begonnen wordt met de goedkoopste maatregel, daarna de op-één-na-goedkoopste, daarna de op-twee-na-goedkoopste, etc. In een kostencurve worden de meerkosten van het technologiepakket uitgezet tegen de efficiencyverbetering van het pakket (zie Figuur 3.1). De gecombineerde efficiencyverbetering is afgeleid door vermenigvuldiging van resterende fracties. Dit betekent dat een combinatie van twee technologieën met een effect van 20% een gecombineerd effect van 36% hebben en niet 40%. Uit Figuur 3.1 blijkt dat een benzine-auto die bijvoorbeeld 15% zuiniger is, volgens OECD/IEA (2005) circa 1000 euro meer kost. Een 15% zuiniger dieselauto kost circa 1500 euro meer. Omdat de analyse ingaat op de meerkosten van zuiniger technologie is omwille van de vergelijkbaarheid tussen de studies het effect van rijopleiding op het brandstofverbruik uit de figuur weggelaten.



Figuur 3.1 Gemiddelde meerkosten bij toenemende efficiencyverbetering, exclusief het effect van een zuiniger rijopleiding (OECD/IEA, 2005)

3.1.2 AEA (2001)

AEA Technology heeft in 2001 in opdracht van DG Environment van de Europese Commissie een economische evaluatie gedaan van maatregelen om de broeikasgasemissies door de transportsector te verminderen. Tabel 3.2 geeft de meerkosten, de efficiencyverbetering en de terugverdientijd (voor consumenten) van de in AEA (2001) behandelde technologie-opties voor personenauto's. AEA (2001) neemt als referentiesituatie voor wat betreft het brandstofverbruik 7,7 l/100 km voor een benzine-auto en 5,1 l/100 km voor een dieselauto.

Tabel 3.2 Kosten en effecten van zuiniger technologie (AEA, 2001)

Technologie	toepasbaar op:	meerprijs (€)	efficiencyverbetering (%)
Hi-speed engine	benzene	412	6,9
Cilinder deactivation ^{a)}	benzene	250	11,3
CVT ^{b)}	benzine/diesel	1431	5,1
benzine => diesel	benzine	940	20,0
Hybride aandrijving	benzine/diesel	7176	32,8
GDI-motor ^{c)}	benzine	709	11,0
DISC-motor ^{d)}	benzine	996	20,0
Lichtgewicht interieur	benzine/diesel	29	1,2
Hoge-sterkte staal	benzine/diesel	85	2,4
Aluminium chassis	benzine/diesel	536	6,4
Lichtgewicht chassis	benzine/diesel	269	3,1
Aluminium motorblok	benzine/diesel	99	1,2
Reductie motorwrijving	benzine/diesel	17	0,5
Reductie aërodynamische weerstand	benzine/diesel	30	0,5
Reductie rolweerstand banden	benzine/diesel	27	0,9
Reductie weerstand van wielremmen	benzine/diesel	85	1,1

a) Vermindering van het motorvermogen door het uitschakelen van een of meerdere cilinders

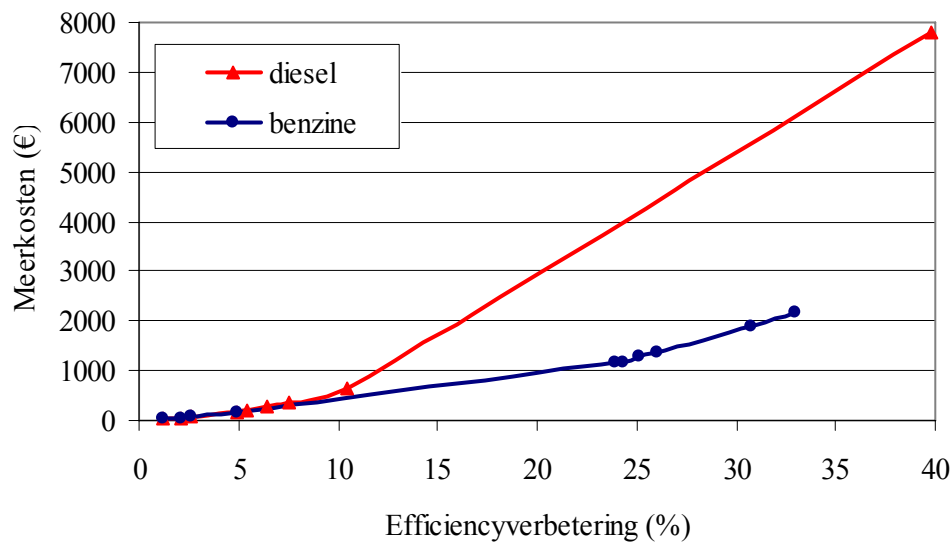
b) Continue Variabele Transmissie (zoals destijds toegepast door DAF)

c) Gasoline Direct Injection = directe benzine-injectie

d) Direct Injection Stratified Charge (verbeterde GDI)

Op basis van de gegevens in Tabel 3.2 zijn net als in de vorige paragraaf kostencurves geconstrueerd (zie Figuur 3.2). In deze kostencurves zijn de volgende technologie-opties om de volgende reden niet meegenomen:

- hi-speed engine, cilinder deactivation en GDI-motor, omdat een DISC-motor deze elementen integreert;
- hybride-aandrijving en CVT bij benzine-auto's, omdat na implementatie van alle andere maatregelen aan benzinemotoren het effect aanmerkelijk geringer is dan de in Tabel 3.2 genoemde effecten. Bij diesel zijn CVT en hybride wel meegenomen;
- overschakeling van benzine naar diesel, omdat het een analyse van zuiniger technologie binnen één brandstofsoort betreft.

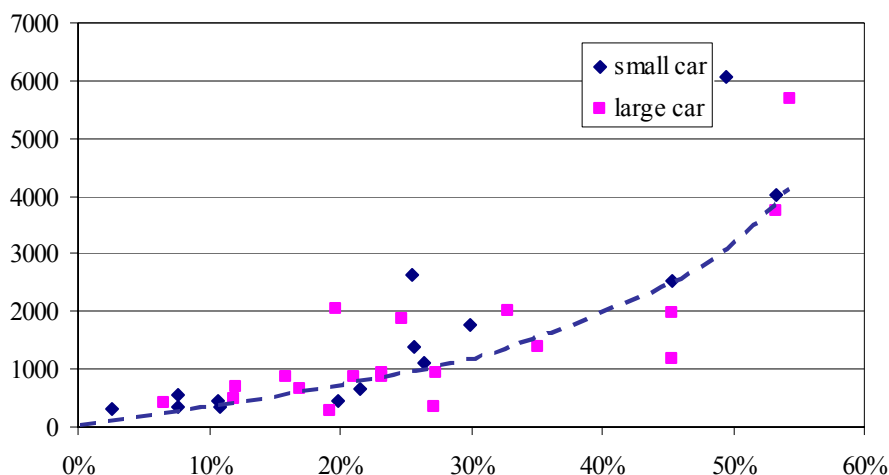


Figuur 3.2 Gemiddelde meerkosten bij toenemende efficiencyverbetering (AEA, 2001)

Vergeleken met OECD/IEA (2005) liggen de kostencurves in AEA (2001) veel lager, vooral voor benzine-auto's. Dit is op zich niet vreemd, omdat AEA (2001) volledig andere technologie-opties beschouwt dan OECD/IEA (2005). Zoals eerder gezegd, zijn CBT en hybride-aandrijving niet meegenomen bij benzine-auto's. Een benzine-auto die 10% zuiniger is dan het referentievoertuig (7,7 l/10 km) kost volgens AEA circa 500 euro meer, een auto die 30% zuiniger is kost bijna 2000 euro meer. Dieselauto's kunnen volgens AEA zonder toepassing van CVT en hybride-aandrijving nog maar 10% zuiniger worden.

3.1.3 CARB (2004)

In Californië zijn recent voorstellen gedaan voor een maximale vlootgemiddelde CO₂-emissiefactor van alle door één bepaalde fabrikant in een jaar verkochte personenauto's. Het voorstel is dat de norm ingaat per 2009 en circa 200 g/km voor personenauto's en lichte bestelauto's zal bedragen. In de daarop volgende jaren neemt de norm ieder jaar af tot 127 g/km in 2016. Ten behoeve van deze normstelling heeft de CARB een onderzoek gedaan naar de technische meerkosten om personenauto's, bestelauto's en vrachtauto's zuiniger te maken. Figuur 3.3 geeft de efficiencyverbetering en de daarmee gepaard gaande meerkosten van verschillende technologiepakketten voor kleine en grote personenauto's. De efficiencyverbetering is gegeven ten opzichte van een referentievoertuig met bouwjaar 2002 en een CO₂-emissiefactor van 180 g/km (small car) en 213 g/km (large car). De 'small car' is qua CO₂-emissies vergelijkbaar met de gemiddelde benzine-auto in Nederland.



Figuur 3.3 Technische meerkosten van technologiepakketten voor benzine-personenauto's (ten opzichte van referentievoertuig in 2002), en de daaruit afgeleide kostencurve voor 'small car' (stippellijn)

Figuur 3.3 laat een relatief grote bandbreedte zien in de kosten van technologiepakketten. Zo is een 20% zuiniger grote benzine-personenauto tussen de circa €250 en €2000 duurder, afhankelijk van het technologiepakket. Het is te verwachten dat fabrikanten om een bepaalde efficiencyverbetering te realiseren het goedkoopste technologiepakket kiezen en dus aan de onderkant van de puntenwolk zullen blijven. Voor de kleine auto is deze lijn in Figuur 3.3 ingetekend. Twintig procent zuiniger (ofwel circa 145 g CO₂/km) betekent dus een meerprijs van circa €500 tot €1000 en 40% zuiniger (110 g CO₂/km) een meerprijs van €2000.

3.1.4 IEEP (2005)

In opdracht van de DG Environment van de Europese Unie heeft IEEP in samenwerking met onder andere TNO Automotive een studie gedaan naar de kosten voor autofabrikanten en consumenten van een CO₂-norm voor nieuwe personenauto's van 120 g/km in 2012. Het onderzoeksconsortium heeft gekeken naar verschillende varianten van een dergelijke CO₂-normstelling. Zo is de mate van flexibiliteit gevarieerd:

1. de norm geldt voor iedere nieuwe auto (inflexibel);
2. de norm geldt voor het gemiddelde van alle door één fabrikant of een fabrikantenkoepel (bijvoorbeeld ACEA) nieuw-verkochte auto's (semi-flexibel)
3. de norm geldt voor het gemiddelde van alle nieuw-verkochte auto's in een jaar (flexibel).

In het eerste geval is de gereguleerde entiteit de individuele auto, in het tweede geval de fabrikant(enkoepel) en in het derde geval alle nieuwe personenauto's van alle fabrikanten samen.

Daarnaast kan op verschillende manieren worden bereikt dat de gemiddelde CO₂-emissiefactor van nieuwe personenauto's in 2012 120 g/km bedraagt, namelijk:

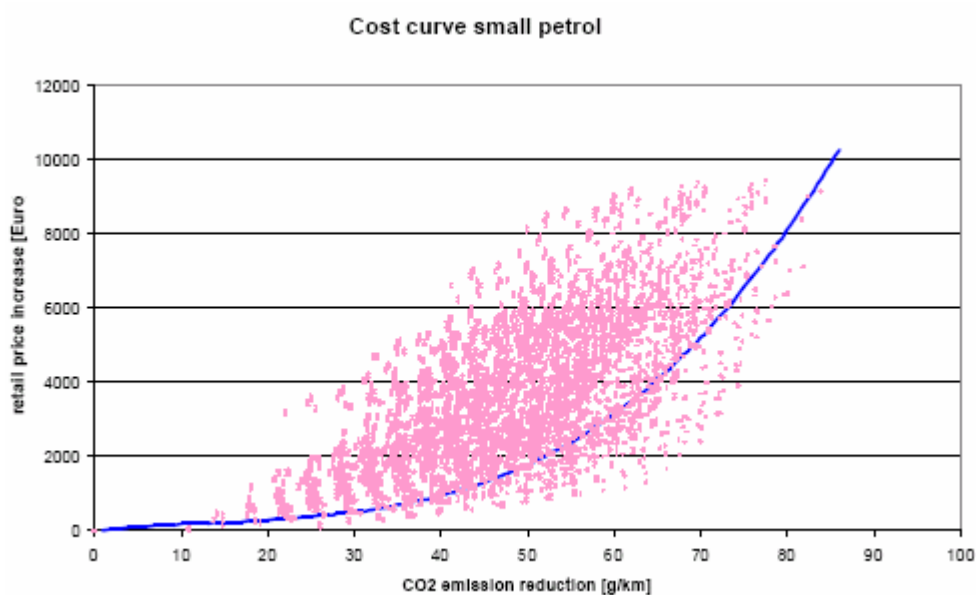
- a. door te eisen dat alle gereguleerde entiteiten dezelfde procentuele verlaging van de CO₂-emissiefactor realiseren;

- b. door te eisen dat alle gereguleerde entiteiten dezelfde procentuele verlaging van de CO₂-emissies per eenheid van utiliteit (bijvoorbeeld grondoppervlak of een functie van autovolume en motorvermogen) realiseren;
- c. door te eisen dat alle gereguleerde entiteiten het absolute doel van 120 g/km halen.

Variante 2a zou bijvoorbeeld betekenen dat alle koepels van autofabrikanten gemiddeld een afname van de CO₂-emissiefactor met 20% moeten realiseren. Variante 2b zou betekenen dat alle koepels van autofabrikanten een afname van de CO₂-emissiefactor per vierkante meter grondoppervlak met 20% moeten realiseren. In variante 2c mag de gemiddelde CO₂-emissiefactor van de auto's die worden verkocht door een koepel van autofabrikanten de 120 g/km niet overstijgen. Het huidige ACEA-convenant is een voorbeeld van deze variant.

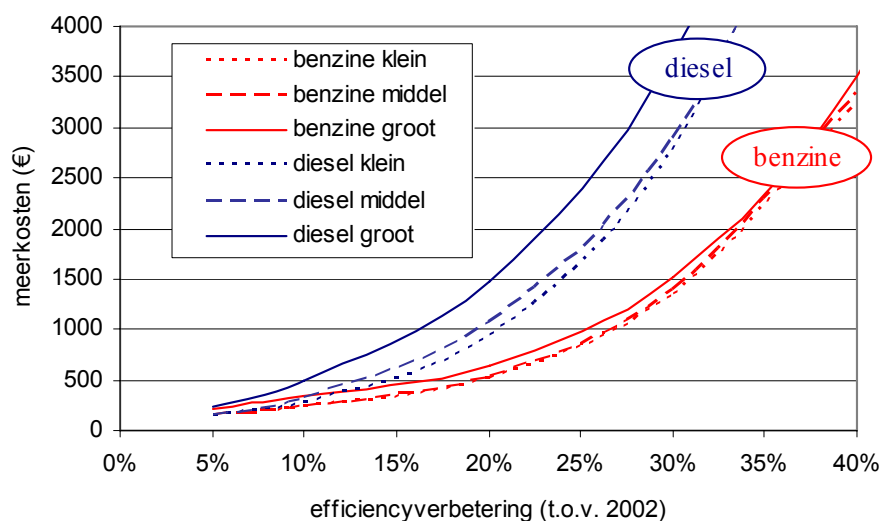
Voor alle bovenstaande varianten 1a t/m 3c zijn de meerkosten berekend om van een gemiddelde waarde van 140 g/km in 2008 (de huidige waarde in het convenant) te komen tot 120 g/km in 2012. Wanneer iedere personenauto 15% zuiniger zou moeten worden (variant 1a), dan bedragen de gemiddelde meerkosten volgens IEEP circa 600 euro. Moet iedere nieuwe personenauto in 2012 120 g/km emitteren (1c), dan zijn de kosten natuurlijk hoger, circa 1000 euro. Het moge duidelijk zijn dat dit gemiddelde meerkosten betreft: de meerkosten voor een grote terreinwagen om 120 g/km te halen zijn aanzienlijk hoger, terwijl voor een kleine benzine-auto de meerkosten nul euro kunnen bedragen. De meerkosten zijn bij een flexibele invulling van de normstelling (variant 3a, 3b en 3c) met 580 euro maar een fractie lager.

Om deze meerkosten te kunnen berekenen heeft IEEP gebruik gemaakt van de kosten van een groot aantal technologiepakketten. Al deze technologiepakketten zijn geplott in een grafiek waarin de meerkosten van het pakket zijn uitgezet tegen de afname van de CO₂-emissiefactor ten opzichte van representatieve nieuwe personenauto's in 2002 (zie Figuur 3.4). IEEP stelt dat fabrikanten voor een gegeven efficiencyverbetering het goedkoopste technologiepakket zullen inzetten en heeft daarom de kostencurve door de onderzijde van de puntenwolk getrokken.



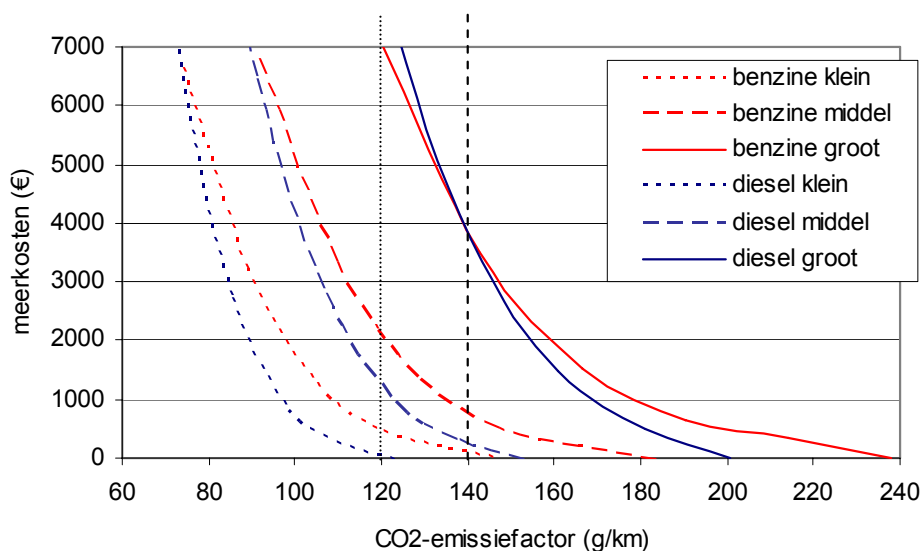
Figuur 3.4 Voorbeeld uit IEEP (2005) van de meerprijs (voor de consument) van technologiepakketten en de daaruit afgeleide kostencurve die fabrikanten naar verwachting zullen gaan bewandelen

Figuur 3.5 toont alle door IEEP afgeleide kostencurves, maar dan met op de horizontale as de procentuele efficiencyverbetering in plaats van de absolute vermindering van de CO₂-emissiefactor. Uit Figuur 3.5 blijkt dat een verbetering van de brandstofefficiency (ten opzichte van de gemiddelde situatie in 2002) met 20% gepaard gaat met een meerprijs van circa 500 euro voor benzine-auto's en 1000-1500 euro voor dieselauto's.



Figuur 3.5 Technische meerprijs van zuiniger personenauto's (ten opzichte van referentievoertuig in 2002)

Een andere presentatiewijze van dezelfde gegevens is te zien in Figuur 3.6. Figuur 3.6 toont dat de meerprijs om een grote benzineauto, die in 2002 gemiddeld 240 gram CO₂/km emitteerde, aan een CO₂-norm van 140 g/km te laten voldoen, circa 4000 euro bedraagt. Kleine benzine- en dieselauto's emitteerden in 2002 reeds 140 g/km CO₂ of minder. Tabel 3.3 geeft de numerieke waarden behorend bij Figuur 3.5 en Figuur 3.6.



Figuur 3.6 Meerprijs van auto's als functie van de afname van de CO₂-emissiefactor (ten opzichte van referentievoertuig in 2002)

Tabel 3.3 Meerprijs van zuiniger auto's volgens IEEP (2005)

	CO ₂ -emissiefactor in 2002	10% zuiniger		20% zuiniger		30% zuiniger		40% zuiniger	
		CO ₂ -efac [g/km]	meer-kosten [€]	CO ₂ -efac [g/km]	meer-kosten [€]	CO ₂ -efac [g/km]	meer-kosten [€]	CO ₂ -efac [g/km]	meer-kosten [€]
benzine klein	149	134	€ 233	119	€ 519	104	€ 1352	89	€ 3231
benzine middel	184	166	€ 232	147	€ 529	129	€ 1394	110	€ 3333
benzine groot	238	214	€ 339	190	€ 648	167	€ 1510	143	€ 3508
diesel klein	123	111	€ 280	98	€ 932	86	€ 2783	74	€ 6658
diesel middel	153	138	€ 326	122	€ 1059	107	€ 2886	92	€ 6495
diesel groot	201	181	€ 495	161	€ 1471	141	€ 3731	121	€ 8080

3.1.5 Overige studies

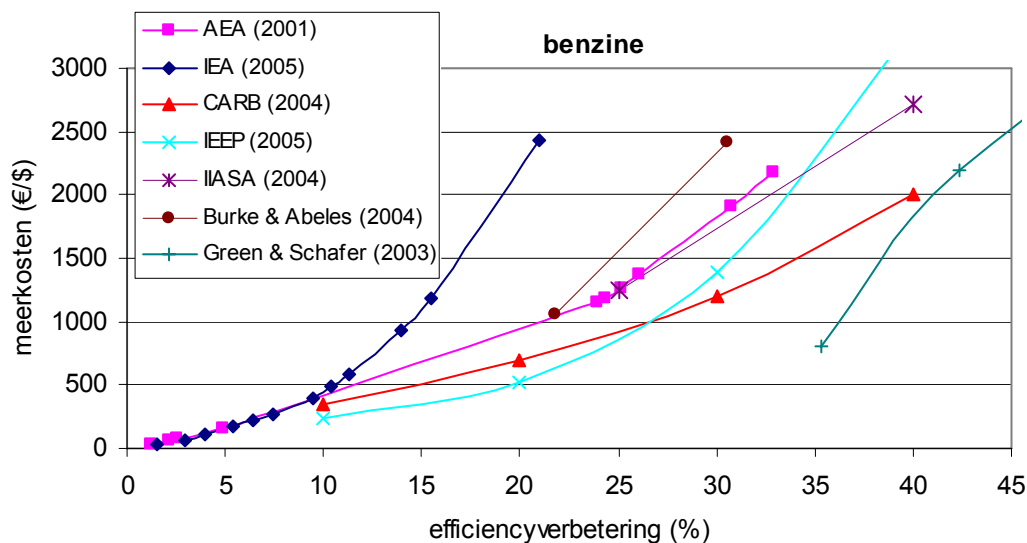
Deze paragraaf behandelt overige studies naar de meerkosten van zuiniger auto's. De studies gaan niet in op de afzonderlijke technologie-opties. In Tabel 3.4 worden de studies samengevat.

Tabel 3.4 Meerkosten van zuiniger auto's

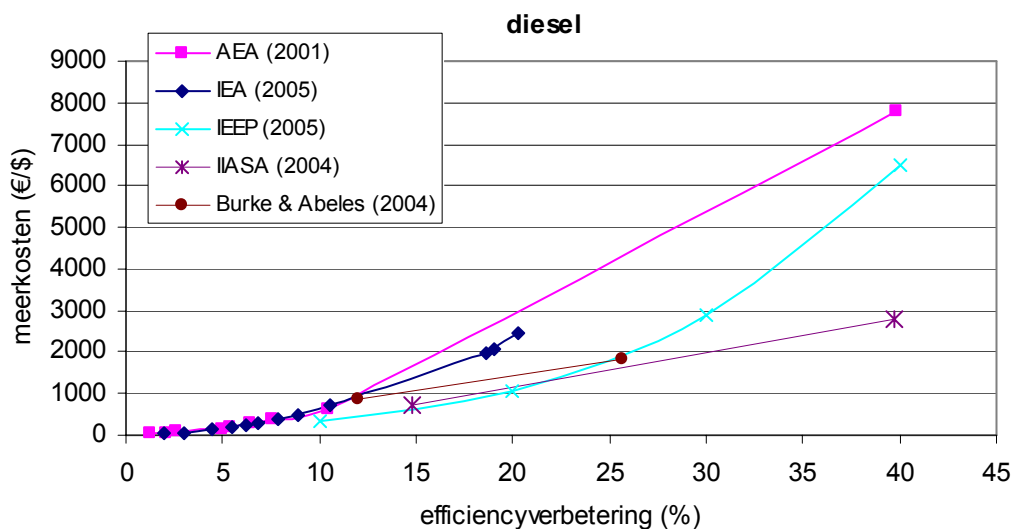
Studie:		Brandstof- verbruik (l/100 km)	Efficiency- verbetering	Meerkosten (€)
Klaassen <i>et al.</i> (2004) ^{a)}	Reference benzine	8,0		(2004 €)
	Improved	6,0	-25%	1250
	Advanced (hybrid)	4,8	-40%	2711
	Reference diesel	8,7		(2004 €)
	Improved	7,5	-15%	725
	Advanced (hybrid)	5,3	-40%	2800
Green & Schafer (2003) ^{b)}	1996 baseline benzine	8,5		(1997 \$)
	2020 evolved	5,5	-34%	800
	2020 advanced	4,9	-42%	2200
	2020 gasoline hybrid	3,5	-59%	4000
Burke & Abeles (2004) ^{c)}	petrol compact PFI ref.	8,1		(2003 \$)
	petrol compact PFI mild hybrid	6,3	-22%	1054
	petrol compact PFI full hybrid	5,6	-31%	2415
	petrol mid size PFI ref.	9,5		(2003 \$)
	petrol mid size PFI mild hybrid	6,7	-30%	1428
	petrol mid size PFI full hybrid	5,9	-38%	3333
	turbo compact diesel ref.	5,8		(2003 \$)
	turbo compact diesel mild hybrid	5,1	-12%	878
	turbo compact diesel full hybrid	4,3	-26%	1819
turbo mid-size diesel ref.	6,5		(2003 \$)	
turbo mid-size diesel mild hybrid	5,5	-16%	1163	
turbo mid-size diesel full hybrid	4,9	-25%	2617	

3.1.6 Synthese

Deze paragraaf vat de geraadpleegde onderzoeken naar de meerkosten van zuiniger technologie samen en tracht te komen tot een plausibele bandbreedte voor de meerkosten van zuiniger technologie. Figuur 3.7 en Figuur 3.8 geven de kostencurves van alle geraadpleegde onderzoeken.



Figuur 3.7 Synthese van onderzoeken naar meerkosten van technologie voor efficiencyverbetering van benzine-auto's



Figuur 3.8 Synthese van onderzoeken naar meerkosten van technologie voor efficiencyverbetering van dieselauto's

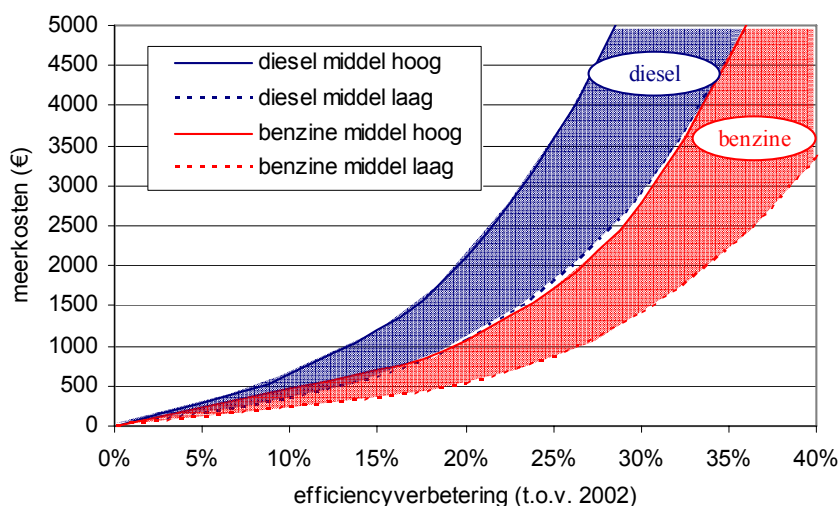
Uit de figuren wordt duidelijk dat er grote verschillen van inzicht zijn, met name bij grotere efficiencyverbeteringen. Voor deze verschillen kunnen meerdere verklaringen worden gevonden:

- De verschillende onderzoeken gaan uit van verschillende referentievoertuigen. Zo gaan Green en Schäfer (USA-studie) uit van een 1996-benzineauto met een CO₂-emissiefactor van circa 200 g/km, terwijl bijvoorbeeld AEA (2001) van een 2000-benzineauto met een emissiefactor van 180 g/km uitgaat.
- Sommige onderzoeken hanteren meerkosten voor de fabrikant, andere meerkosten voor de consument. In IEEP (2005) wordt betoogd dat de meerkosten voor de consument in de Europese Unie een factor 2 en 3 hoger zijn dan de meerkosten voor de fabrikant. Dit komt doordat fabrikanten en importeurs winst maken en omdat in

sommige landen aanschafbelastingen worden geheven. Niet voor iedere studie is duidelijk om welke meerkosten het gaat.

- Sommige onderzoeken hebben de meest kosteneffectieve technologiepakketten verondersteld, terwijl andere dat mogelijk niet hebben gedaan. Zo kijken Burke en Abeles (2004) alleen naar de toepassing van hybride-aandrijving, terwijl andere (goedkopere) technologie-opties niet in beschouwing zijn genomen.
- Onderzoekers hanteren verschillende inschattingen voor wat betreft de meerkosten en effecten op het brandstofverbruik van dezelfde technologie. Greene en Schafer (2003) veronderstellen dat de meerprijs van een hybride-benzineauto in 2020 circa \$4000 bedraagt en dat deze bijna 60% zuiniger is dan een conventionele benzineauto. IEEP (2005) daarentegen rekent met een verbruiksreductie voor een hybride-aandrijving van maar 15 tot 25%

In het vervolg van dit rapport worden voor de meerkosten van zuiniger technologie voor benzine-auto's de inschattingen van IEEP als ondergrens gehanteerd. De reden voor deze keuze is drieledig: 1) van alle geraadpleegde onderzoeken liggen de inschattingen van het IEEP-onderzoek het laagst, 2) het betreft een grondige analyse voor de Europese automarkt en 3) het bekijkt expliciet de kosten voor de fabrikant. De bovengrens wordt verondersteld een factor 2 hoger te zijn dan de ondergrens uit IEEP. Dit omdat de meeste studies meerkosten rapporteren die minder dan een factor 2 hoger liggen dan de waarden uit IEEP (2005). Voor dieselauto's is hetzelfde gedaan. Figuur 3.9 geeft de in dit rapport veronderstelde bandbreedte voor de meerkosten van zowel zuiniger benzine- als dieselauto's.



Figuur 3.9 Meerkosten (voor de consument) van technologie voor verbetering van de brandstofefficiëntie van middenklasse personenauto's zoals gebruikt in het vervolg van dit rapport (referentievoertuig conform IEEP(2005): benzine: 184 g CO₂/km; diesel: 153 g/km)

In 2006 kwamen TNO, IEEP en LAT (2006) met nieuwe gegevens. Zij komen in deze nieuwe analyse (alleen een powerpoint-presentatie is ten tijde van het schrijven van dit rapport in ons bezit) tot significant hogere meerkosten ten opzichte van de IEEP (2005)-

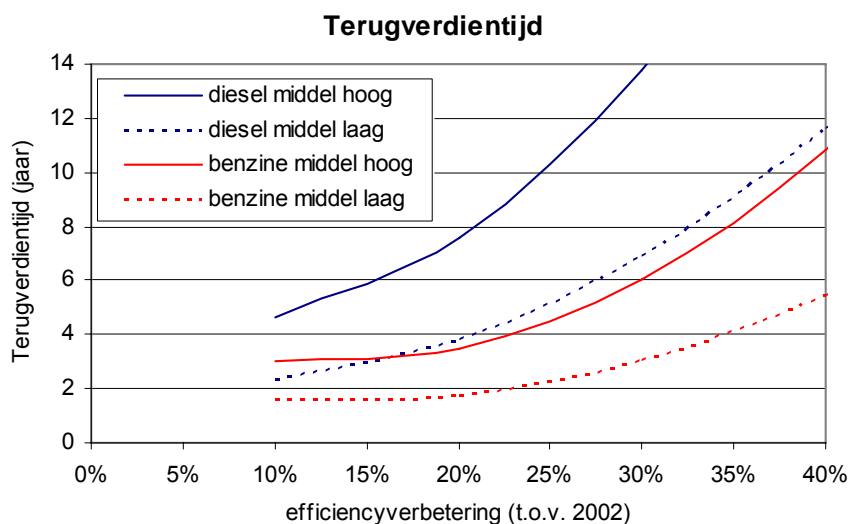
studie. Dit bevestigt de keuze in Figuur 3.9 om de ‘oudere’ IEEP-studie als ondergrens te beschouwen.

3.2 Terugverdiëntijd van zuiniger personenauto’s

Op basis van de meerkosten zoals afgeleid in de vorige paragraaf, is berekend na hoeveel jaar de Nederlandse consument de aanschaf van een zuiniger auto kan terugverdienen door de lagere brandstofkosten (Figuur 3.10). Voor deze berekening zijn de uitgangspunten uit Tabel 3.5 gehanteerd.

Tabel 3.5 *Uitgangspunten voor berekening terugverdiëntijd van zuiniger technologie*

		benzine-auto's	dieselauto's
Brandstofprijs (incl. heffingen)	€/liter	1,32	0,96
Brandstofverbruik	l/100 km	7,8	5,8
CO ₂ -emissiefactor	g/km	184	153
Jaarkilometrage	Km	15000	25000



Figuur 3.10 *Terugverdiëntijd van technologie voor verbetering van de brandstofefficiency van personenauto's (t.o.v. situatie in 2002)*

Uit Figuur 3.10 blijkt dat de terugverdiëntijd van een 20% zuiniger benzine-auto tussen de twee en vier jaar bedraagt. Een 20% zuiniger dieselauto wordt (bij 25.000 km per jaar) pas na vier tot acht jaar terugverdiend. Figuur 3.10 maakt duidelijk dat veel van de reeds nu beschikbare technologie om auto's zuiniger te maken binnen 5 jaar terugverdiend kan worden. Desalniettemin wordt de technologie tot op heden niet of nauwelijks toegepast. Daar kunnen meerdere redenen voor worden aangevoerd:

- De terugverdiëntijden zijn berekend uitgaande van de huidige hoge brandstofprijzen, terwijl de analyses zich richten op de in 2002 verkochte personenauto's. In 2002 waren de olieprijsen aanzienlijk lager en daarmee de terugverdiëntijden langer.
- De terugverdiëntijden zijn berekend uitgaande van de Nederlandse brandstofaccijnzen die relatief hoog zijn. Autofabrikanten zullen de keuze voor toepassing van zuiniger

technologie laten afhangen van de gemiddelde terugverdiertijden in de landen waar zij auto's afzetten. Als het gemiddelde accijnsniveau lager ligt, zullen de terugverdiertijden waarmee wordt gerekend langer zijn dan die in Nederland.

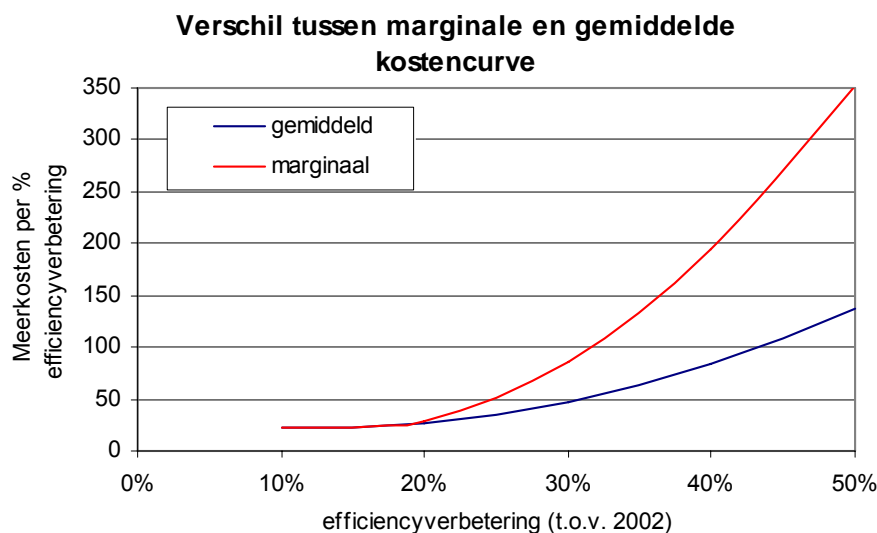
- Consumenten hanteren blijkbaar korte terugverdiertijden in de keuze voor aankoop van zuiniger technologie.
- Sommige efficiencyverbeteringen, zoals een schakelindicator, een verbetering van het rendement van de airconditioner of vermindering van de rolweerstand van autobanden komen niet tot uitdrukking in het officiële brandstofverbruikscijfer van een nieuwe auto. Dit komt doordat het officiële brandstofverbruikscijfer wordt vastgesteld in een Europese testcyclus waarin de schakelmomenten zijn voorgeschreven, de airconditioner is uitgeschakeld en speciale zuinige banden worden gebruikt. Omdat de genoemde efficiencyverbeteringen voor de consument bij aankoop niet zichtbaar zijn, maar de autoprijs wel verhogen, zullen autofabrikanten deze efficiencyverbeteringen mogelijk niet zomaar introduceren.

3.3 Marginale versus gemiddelde kostencurves

In paragraaf 3.1 zijn op basis van de literatuur bandbreedtes afgeleid voor de gemiddelde meerkosten van zuiniger auto's als functie van de efficiencyverbetering. Het betreft hier gemiddelde kostencurves, omdat de gesommeerde meerkosten van een technologiepakket gedeeld worden door de totale efficiencyverbetering van het pakket.

In een maatschappelijke kosten-batenanalyse is het essentieel dat naar de marginale kosten en baten van een beleidsoptie ten opzichte van een nulalternatief wordt gekeken en bovendien dat ook alternatieve beleidsopties worden geanalyseerd. Toegepast op de casus 'efficiencyverbetering bij personenauto's, betekent dit dat moet worden gekeken naar de meerkosten van iedere toegevoegde procent efficiencyverbetering. Zolang de marginale baten de marginale kosten overstijgen, is een verdere efficiencyverbetering vanuit welvaartsoogpunt rendabel. Wanneer de marginale baten echter gelijk worden aan de marginale kosten, is verdere efficiencyverbetering niet meer rendabel, ondanks dat de gemiddelde baten nog steeds hoger zijn dan de gemiddelde kosten. Het is in dat geval welvaartsuimer om het beschikbare geld in te zetten voor maatregelen waarvan de marginale baten wel groter zijn dan de marginale kosten.

Figuur 3.11 geeft voor een van de curves uit Figuur 3.10 het verschil weer tussen de gemiddelde kostencurve (totale meerkosten gedeeld door de efficiencyverbetering) en de marginale kostencurve (extra meerkosten van een extra procent efficiencyverbetering gedeeld door de extra efficiencyverbetering).



Figuur 3.11 Gemiddelde en marginale meerkosten van technologie voor verbetering van de efficiencyverbetering van personenauto's (t.o.v. situatie in 2002)

Uit Figuur 3.11 wordt duidelijk dat de marginale kostencurve sneller oploopt dan de gemiddelde kostencurve. Uitgaande van een bepaalde bovengrens aan de kosten - bijvoorbeeld op basis van een schatting van de marginale kosten over alle economische sectoren om een bepaalde CO₂-emissieplafond te halen - is bij gebruik van een marginale kostencurve voor efficiencyverbetering een geringere efficiencyverbetering 'rendabel' dan bij gebruik van de gemiddelde kostencurve.

3.4 Discussie

De literatuur over de meerkosten van zuinige technologie voor personenauto's laat een relatief grote bandbreedte zien. Een synthese van de literatuur resulteert in geschatte meerkosten van 500 tot 2000 euro per auto om te komen tot een gemiddelde 140 g CO₂/km-auto. De geschatte meerkosten voor een gemiddelde 120 g CO₂/km-auto bedragen 1000 tot meer dan 5000 euro per auto. Deze meerkosten gelden ten opzichte van de '2002'-auto: benzine 184 g CO₂/km en diesel 153 g/km. Bij deze meerkosten wordt verondersteld dat er geen verschuiving in voertuigafmetingen plaatsvindt. Ook suggereert de literatuur dat veel van de reeds nu beschikbare technologie om auto's zuiniger te maken binnen vijf jaar terugverdiend kan worden.

De analyse in dit hoofdstuk toont dat het zeer waarschijnlijk is dat bij nieuw beleid om personenauto's zuiniger te maken er geïnvesteerd zal worden in extra technologie. Het hoofdstuk laat immers zien dat er technische potentie is, en, zeker bij relatief bescheiden efficiency-verbeteringen, vallen de meerkosten mee.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2, is de financieel-technische benadering te beperkt om te komen tot een relevante kosteneffectiviteitsschatting van beleid. In de literatuur vindt men in voorkomende gevallen wel kosteneffectiviteitsschatting op basis van deze technisch-financiële analyse (veelal met behulp van formule (1), zie paragraaf 2.3). Maar in dergelijke

analyses wordt genegeerd dat de reacties op een beleidsinstrument om CO₂-emissiereductie bij personenauto's te bewerkstelligen breder zullen zijn dan alleen extra investeringen in techniek zonder dat voertuigafmetingen gaan wijzigen. Waarschijnlijk zal dergelijk beleid mensen ook 'dwingen' tot aanschaf van een kleinere of minder luxe auto dan ze eigenlijk zouden hebben gewild. Deze niet-financiële kosten en baten kunnen niet worden meegenomen in de technisch-financiële benadering van kosteneffectiviteit. Daarnaast zal beleid met bijvoorbeeld een 120 g/km-doel voor personenauto's – hoe dan ook precies vormgegeven – bovendien leiden tot kosten voor de overheid die buiten beeld blijven in de financieel-technische benadering.

4. CO₂-kosteneffectiviteit van brandstofefficiencyverbetering: een brede welvaartsbenadering

Paragraaf 4.1 illustreert de toepassing van de maatschappelijke CO₂-kosteneffectiviteit op enkele beleidsinstrumenten die tot doel hebben de brandstofefficiency van personenauto's te verbeteren. In paragraaf 4.2 worden voor een aantal toepassingen rekenvoorbeelden van de kosteneffectiviteit gegeven. In paragraaf 4.3 wordt een beschouwing gegeven over de voordelen en nadelen van kosteneffectiviteitsschattingen op basis van de brede welvaartstheorie.

4.1 Methodiek

Deze paragraaf gaat in op de methodiek om de maatschappelijke of welvaartskosten en -baten te berekenen van beleidsinstrumenten gericht op efficiencyverbetering bij personenauto's. Efficiencyverbetering gaat één-op-één gepaard met een verlaging van de CO₂-emissiefactor (gram per autokilometer). Aan bod komen:

- 1) subsidiëring van zuiniger auto's;
- 2) normering van het maximum brandstofverbruik;
- 3) normering van de maximale voertuigafmetingen;
- 4) verhoging van de benzine-accijns.

4.1.1 Subsidiëring van zuiniger technologie (bijvoorbeeld hybride-technologie)

Er wordt in dit voorbeeld van uitgegaan dat er technologie beschikbaar is om auto's zuiniger te maken, maar dat deze technologie slechts op kleine schaal door autofabrikanten wordt aangeboden. Een voorbeeld is de hybride-auto. Om de verkoop van deze zuinige auto's te stimuleren kan de overheid besluiten (een deel van) de meerkosten te vergoeden door middel van een aankooppremie, een korting op de aanschafbelasting (BPM) of een korting op de motorrijtuigenbelasting (MRB). We gaan in dit voorbeeld uit van een aankooppremie voor een hybride-auto gelijk aan de technische meerkosten van de zuiniger technologie. Er is dus bij aankoop geen prijsverschil tussen de hybride-auto en niet-hybride-auto met vergelijkbare afmetingen.

In deze paragraaf gaan we zowel in op de financiële benadering als op de welvaartsbenadering.

Financiële benadering

Uitgaande van een subsidie op hybride auto's ter hoogte van de meerprijs (ten opzichte van een niet-hybride-auto) bestaan de financiële kosten en baten uit:

Consumenten	+ brandstofbaten (exclusief accijns) + minder accijnsuitgaven
Overheid	- subsidie (= kale meerkosten) - minder accijnsinkomsten
SALDO	- subsidie (= kale meerkosten) + brandstofbaten (exclusief accijns)

Van belang in deze opsomming van kosten en baten is de gekozen 'referentie-auto', omdat deze keuze bepaalt wat de kale meerkosten zijn en wat de brandstofbaten zijn. In de financieel-technische benadering wordt vaak een soort van gemiddelde auto uit een bepaald jaar gekozen als referentie (zie vorige hoofdstuk).

Welvaartsbenadering

Zoals beredeneerd in hoofdstuk 2, hanteren consumenten bij de keuze voor een zuiniger auto niet alleen financiële criteria maar ook niet-financiële, zoals keuzemogelijkheid, status, betrouwbaarheid, et cetera. Verder berekenen consumenten de kosten en baten op een andere manier: een consument ziet namelijk de meerkosten van een zuiniger auto inclusief aanschafbelasting en de brandstofprijs inclusief accijns. Bovendien blijkt uit onderzoek dat consumenten investeringen in zuiniger technologie binnen 3 jaar willen terugverdienen terwijl in de financiële benadering veelal wordt uitgegaan van een afschrijftermijn van 10 jaar.

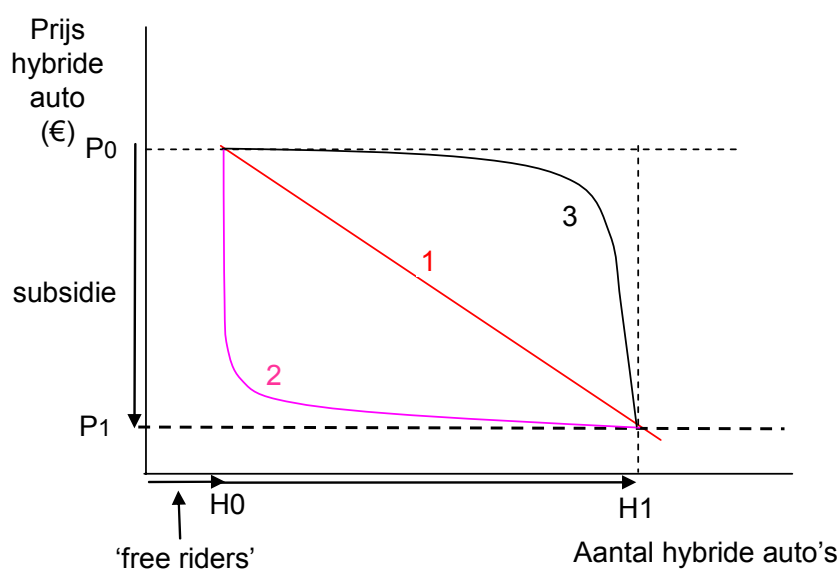
De huidige subsidieregeling voor de Toyota Prius II toont aan dat het subsidiëren van een groot deel van de meerprijs niet betekent dat veel consumenten een hybride-auto aanschaffen. Blijkbaar zijn er voor veel consumenten, zelfs bij een subsidie ter hoogte van nagenoeg de volledige meerprijs, toch verborgen kosten die ertoe leiden dat zij geen Prius aanschaffen. Deze verborgen kosten liggen waarschijnlijk in de beperking van de keuzevrijheid. Niet iedereen wil in een Toyota rijden of niet iedereen is in voor een 'groen' imago.

In een brede welvaartsbenadering van kosteneffectiviteit wordt gekeken naar veranderingen in het 'nut' dat consumenten ontleen aan het gebruik een auto. Dit nut komt tot uitdrukking in het zogenoemde consumentensurplus dat het verschil is tussen de betalingsbereidheid en de werkelijke prijs van een consumentengoed, bijvoorbeeld een liter benzine. De consumenten die op dit moment wel een van BPM vrijgestelde Prius aanschaffen, kunnen sterk van elkaar verschillen.

Er zijn consumenten (die nu geen Prius rijden) die al bij een subsidie van bijvoorbeeld 1 euro een Toyota Prius zullen aanschaffen. De betalingsbereidheid van deze consumenten is gelijk aan de niet-gesubsidieerde prijs minus 1 euro. Bij een subsidie op hybride-auto's neemt het consumentensurplus voor deze groep toe met de subsidie minus 1 euro. Maar er zijn ook consumenten die pas over de streep zouden zijn getrokken bij een subsidie van 1 euro lager dan de huidige subsidie. Het consumentensurplus van deze laatste groep is dus gelijk aan 1 euro. De consumenten, die bij een bepaalde subsidie een Prius aanschaffen, bevinden zich

ergens tussen de twee hiervoor genoemde uitersten. Figuur 4.1 toont drie verschillende scenario's (vraagcurves) voor de vraag naar hybride-auto's in het geval van een toenemende subsidie op hybride auto's. H_0 is het aantal hybride auto's bij een subsidie van 0 euro en H_1 het aantal hybride auto's bij subsidie van de volledige meerprijs.

Het precieze verloop van de vraagcurve is niet bekend. In Figuur 4.1 zijn mogelijkheden geschetst van het verloop van de vraagcurve. Vraagcurve 2 veronderstelt dat potentiële hybride-kopers pas overgaan tot aanschaf van een hybride-auto als de subsidie minimaal circa 80% van de meerprijs bedraagt. Vraagcurve 3 daarentegen impliceert dat een kleine subsidie al het grootste deel van de potentiële hybride-rijders overhaalt een hybride-auto te kopen.



Figuur 4.1 Verschillende vraagcurves voor de nieuwverkopen van hybride-auto's als functie van een verlaging van de aanschafprijs door subsidie

Bij vraagcurve 1 bedraagt het consumentensurplus van alle (naar hybride-auto's overstappende) consumenten samen 50% van de totaal door de overheid verstrekte subsidie. Bij vraagcurve 2 is het consumentensurplus nagenoeg 0%, terwijl bij vraagcurve 3 de toename van het consumentensurplus nagenoeg gelijk is aan de subsidie. De werkelijke vraagcurve ligt vermoedelijk ergens tussen vraagcurve 2 en 3 en de toename van het consumentensurplus bedraagt in dit voorbeeld dus tussen de 0 en 100% van het subsidiebedrag. In het vervolg wordt verondersteld dat de vraagcurve lineair is. Dit betekent dus dat we ervan uitgaan dat de toename van het consumentensurplus 50% bedraagt van de subsidie.

De kosten voor de overheid bestaan uit twee elementen: 1) de subsidie en 2) de door efficiencyverbetering gederfde accijnskomsten. Dat de gederfde accijnsinkkomsten ook tot de welvaartskosten worden gerekend, wordt uitgelegd in hoofdstuk 2. Bovendien is het ook logisch - gegeven het feit dat de consument in de afweging bij het kopen van een hybride-auto de accijnsbaten heeft meegenomen. De accijnsbaten van een hybride-auto zijn onderdeel van het toegenomen consumentensurplus.

Naast directe kosten en baten voor consumenten en overheid zijn er ook externe baten door de afname van de CO₂-emissies (baten). Daarnaast leidt het rijden van een hybride-auto tot lagere emissies van luchtverontreinigende stoffen (op die momenten dat de verbrandingsmotor is uitgeschakeld). Er zijn echter ook externe kosten door een toename van de automobiliteit (kosten door toename geluidhinder, verkeersdoden, wegonderhoud). Deze toename van automobiliteit vergt enige uitleg. Ten opzichte van de referentie (de wereld zonder subsidie op hybride-auto's) dalen in de wereld mét subsidie de brandstofkosten (€/km). Dit prijseffect leidt tot het zogenaamde 'rebound'-effect (voor een meer theoretische uitleg over dit effect, zie CPB, 2001). Een lichte toename van het autogebruik ten opzichte van de referentie treedt op, waardoor een deel van de initiële CO₂-emissiewinst weglekt, iets meer verkeersongevallen plaatsvinden en mogelijk iets meer congestie optreedt (zie verder paragraaf 4.2).

Onderstaande tabel vat de kosten- en batenposten samen:

Consumenten	+ toename consumentensurplus
Overheid	- subsidie - minder accijnsinkomsten
Extern	+ minder CO ₂ -emissies + minder luchtverontreiniging - meer verkeersongevallen, etc. door meer autogebruik

Net zoals bij het stukje 'financiële benadering' speelt ook nu dat voor de uiteindelijke maatschappelijke kosteneffectiviteit van de subsidieregeling de 'referentie' zeer belangrijk is. Wat gebeurt er op de automarkt als de overheid niet een subsidie (of een BPM-korting) op een hybride-auto geeft? In een KBA is het belangrijk de referentiesituatie goed te kennen. Het zou bijvoorbeeld wel eens onjuist kunnen zijn om hierbij te veronderstellen dat degenen die door de subsidie geprikkeld worden een hybride auto te kopen in de referentiesituatie een 'gemiddelde' andere auto zouden hebben gekocht. Waarschijnlijker is het, dat degenen die door de subsidie overgehaald worden, tot de groep van de redelijk milieubewuste autokopers behoren. Maar deze groep vindt in de referentiesituatie de hybride (net) iets te duur. De relatief milieubewuste autokopers zouden in de referentiesituatie niet de gemiddelde auto kopen, maar de auto's die qua zuinigheid daaronder liggen. Nog sterker: misschien zijn het voor het deel wel consumenten die voorheen geen auto hadden. Duidelijk is dat met deze veronderstellingen het saldo van kosten en baten anders zal uitpakken dan met de veronderstelling dat het in de referentie gaat om 'gemiddelde' autokopers.

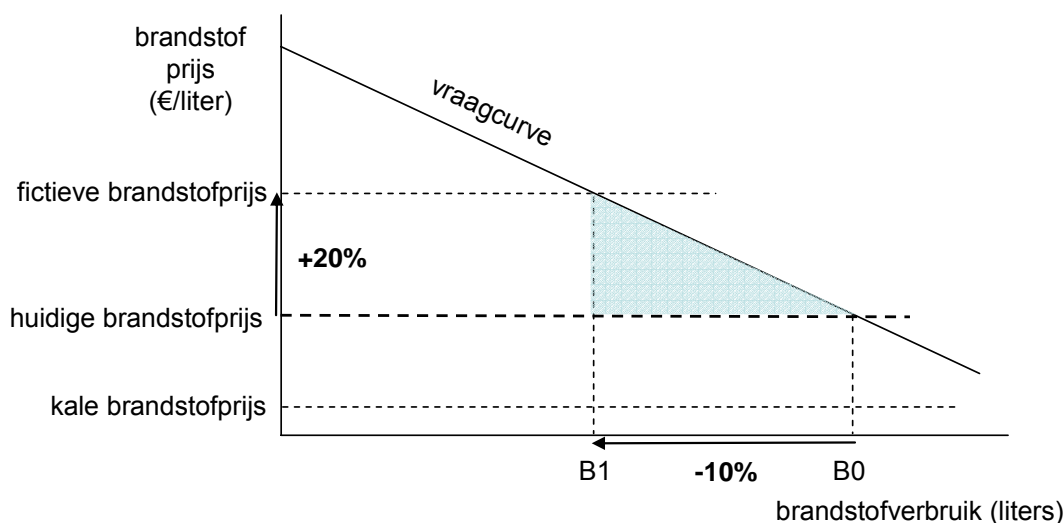
4.1.2 Regulering van de brandstofefficiency

Stel, de overheid stelt normen aan het maximum brandstofverbruik per kilometer van iedere nieuwe personenauto. Zowel een nieuwe grote SUV (Sports Utility Vehicle) als een nieuwe kleine stadsauto mag bijvoorbeeld niet meer brandstof verbruiken dan 5 liter/100 km. Deze normen leiden tot meer brandstofbesparende technologie in auto's, maar ook tot een aanbod van gemiddeld kleinere auto's met gemiddeld minder krachtige motoren. Het is namelijk zeer de vraag of er voldoende betaalbare technologie beschikbaar is om een grote SUV met een verbruik boven de 10 liter/100km 50% zuiniger te maken. Die verdwijnen door de norm van de markt.

Uitgaande van een strikt financiële benadering van kosteneffectiviteit (hoofdstuk 3), zal deze beleidsmaatregel per saldo waarschijnlijk tot financiële baten voor de maatschappij leiden. Natuurlijk zullen er consumenten zijn die investeren in brandstofbesparende technologie om te ontkomen aan het overstappen naar een kleinere auto. De consumenten die echter noodgedwongen overstappen naar een kleinere auto met minder krachtige motor zouden in een financiële benadering van kosteneffectiviteit slechts baten ervaren: lagere afschrijving en lagere brandstofkosten. Het verlies aan nut dat deze groep ondervindt, wordt hierbij totaal niet meegenomen. Een financiële kosteneffectiviteit heeft in dit geval daarom weinig realiteitswaarde.

De waardering van het nutsverlies van consumenten door een gedwongen overstap in een kleinere zuiniger auto kan (als 'proxy') worden afgeleid door gebruik te maken van waargenomen gedragsreacties van consumenten bij een verhoging van de brandstofprijzen. Stel dat uit onderzoek zou blijken dat bij kleine brandstofprijzerverhogingen aan de pomp veel consumenten reageren door onmiddellijk te bezuinigen op autoritjes of door over te stappen op een zuinigere auto. Dan is het nut dat zij ontlenen aan die autoritjes en aan het rijden van die relatief onzuinige auto blijkbaar relatief klein. In werkelijkheid blijkt echter uit de literatuur dat de brandstofprijzergevoeligheid in transport juist niet erg hoog is, wat er dus op duidt dat mensen juist relatief veel nut ontlenen aan hun autoritjes en relatief onzuinige auto.

Er wordt nu een rekenvoorbeeld gegeven. Uit de literatuur blijkt dat bij een 1% verhoging van de brandstofprijzen het brandstofverbruik ruwweg met 0,5% afneemt (Geurs en Van Wee, 1997). Voor een deel (circa 0,2%) is dat door minder autokilometers en voor een ander deel (0,3%) door verhoging van de brandstofefficiëntie. Stel dat uit een effectenonderzoek blijkt dat de voorgestelde regulering van de brandstofefficiëntie leidt tot gemiddelde personenauto's die 15% zuiniger zijn dan de referentie. Stel verder dat door de daardoor veroorzaakte daling van de brandstofkosten auto's 5% meer gaan rijden, dan bedraagt het uiteindelijke effect op het brandstofverbruik door personenauto's -10%. Om dezelfde afname van het brandstofverbruik te genereren is een toename van de brandstofprijzen met 20% nodig, immers de brandstofprijzselasticiteit voor brandstofverbruik is op -0,5 gesteld. In Figuur 4.2 is het effect van een brandstofprijzerverhoging op de vraag naar brandstof schematisch weergegeven. Het verlies aan consumentensurplus door de voorgestelde regulering is bij benadering gelijk aan het gearceerde oppervlak in de figuur.



Figuur 4.2 Schematische weergave van de vraagcurve van autobrandstof

Voor de overheid zijn er indirecte kosten als gevolg van accijnsderving. De externe effecten worden gevormd door de afname van de CO₂-emissies (baten) en een toename van de automobilititeit (kosten):

Consumenten	– afname consumentensurplus (gearceerde oppervlak in Figuur 4.2)
Overheid	– minder accijnsinkomsten
Extern	+ minder CO ₂ -emissies – meer luchtverontreiniging, meer verkeersongevallen, etc. door meer autogebruik

4.1.3 Regulering van maximum afmetingen

Stel, de overheid stelt normen aan de maximale afmetingen van nieuwe personenauto's. Grote SUV's (Sports Utility Vehicle) mogen bijvoorbeeld niet meer worden verkocht. Deze normen leiden per definitie tot een verschuiving naar kleinere auto's.

Uitgaande van een strikt financiële benadering van kosteneffectiviteit, zal deze beleidsmaatregel alleen maar tot baten leiden: kleinere auto's kosten minder en verbruiken minder brandstof. Voor consumenten gaat deze verandering natuurlijk niet alleen gepaard met financiële baten, maar ook met niet-financiële kosten in de vorm van minder comfort, minder status, minder keuzemogelijkheden en/of minder gebruiksgemak (ofwel: minder nut).

Intuïtief lijkt deze maatregel tot een slechtere maatschappelijke kosteneffectiviteit te leiden dan de normering van de brandstofefficiency. Bij normering van de brandstofefficiency heeft de consument immers nog steeds de keuze om een grote auto te blijven rijden, maar die moet dan wel of een minder krachtige motor hebben of door kostbare technologie zuiniger zijn. Bij normering van de maximale auto-afmetingen, wordt de consument in een gemiddeld kleinere auto gedwongen.

Als de methodiek wordt gehanteerd uit het vorige voorbeeld komen we toch tot de dezelfde kosteneffectiviteit. Het maakt bij de door ons gevolgde methodiek voor het welvaartseffect

niet uit of de overheid een bepaalde brandstofverbruiksreductie afdwingt door direct het brandstofverbruik te normeren of door indirect de voertuigafmetingen te normeren. Uitgaande van hetzelfde effect op het brandstofverbruik zijn de totale welvaartseffecten zelfs identiek. Als het effect op het brandstofverbruik kleiner is, zijn de maatschappelijke kosten en het CO₂-effect navenant kleiner, maar blijft de kosteneffectiviteit gelijk (is immers het quotiënt van beide).

Bij normering van het maximale brandstofverbruik (per km) moeten alle personenauto's gemiddeld zuiniger zijn. Consumenten die op het punt staan een andere auto te kopen, maken dan verschillende keuzes, waarvan de uitersten zijn:

- de keuze voor een vergelijkbare auto, maar door technologie 20% zuiniger;
- de keuze voor een kleinere auto (met een minder krachtige motor) met minder comfort.

Bij een keuze voor een door technologie gedreven zuiniger auto levert de consument niet in op het comfortniveau (of op status), maar moet wel meer geld voor deze auto neertellen. Het consumentensurplus van deze consument neemt af, omdat zijn nut weliswaar gelijk blijft maar de 'out-of-pocket'-prijs voor 'hetzelfde' nut hoger is. Bij een keuze voor een kleinere zuiniger auto, eventueel met een minder krachtige motor, levert de consument in op het comfortniveau (of status), maar verdient op de lagere afschrijvingskosten. Het consumentensurplus van deze consument neemt in dit geval evenveel af als van de consument die een door technologie gedreven zuiniger auto koopt.

In de gepresenteerde methodiek is er niet expliciet rekening mee gehouden dat het nut dat mensen aan een auto ontlene voor een deel wordt bepaald door de vergelijking met anderen. Een auto bevredigt absolute behoeften (mobiliteit), maar ook relatieve behoeften (zich onderscheiden van anderen). Verhoef en van Wee (2000) stellen dat consumenten een auto met een krachtige motor kopen niet alleen kopen om tijdwinst te behalen of om de 'kick' van snel accelereren, maar ook om bij het stoplicht anderen voor te kunnen blijven. Dit zou betekenen dat het voor consumenten minder 'erg' is om een minder krachtige motor te hebben als anderen ook een stapje terug doen. Consumenten die dat willen, kunnen zich immers nog steeds van anderen onderscheiden.

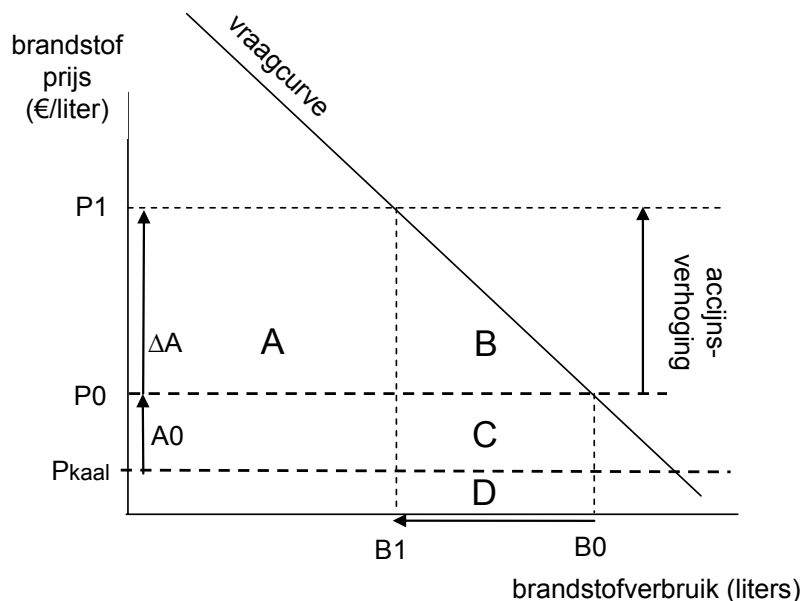
Verondersteld wordt dat de in paragraaf 4.1.2 beschreven methodiek om het nutsverlies in te schatten, wel impliciet rekening houdt met de hiervoor genoemde relatieve behoeften van mensen. De basis van de methodiek is een uit de literatuur afkomstige brandstofprijs-elasticiteit voor brandstofverbruik. Deze brandstofprijselasticiteit is onder andere bepaald door analyse van de historische brandstofprijsveranderingen en de daarop volgende veranderingen in brandstofverbruik. Bij een 'werkelijke' brandstofprijsverhoging zullen individuele consumenten hun aankoopgedrag laten beïnvloeden door de wereld om hen heen zodat ook relatieve behoeften een rol spelen. Zouden de relatieve behoeften geen rol spelen dan kochten consumenten na een brandstofprijsverhoging waarschijnlijk eerder een kleinere zuiniger auto en zou de brandstofprijselasticiteit voor brandstofverbruik hoger zijn geweest. Een lagere brandstofprijselasticiteit leidt in de in paragraaf 4.1.2 beschreven methodiek tot lagere maatregelkosten.

4.1.4 Verhoging brandstofaccijns

Een andere, meer indirecte manier om de brandstofefficiency van het personenautopark te verbeteren is het verhogen van de brandstofaccijns. Er wordt voor de eenvoud van uitgegaan dat de accijnsverhoging alleen betrekking heeft op personenauto's. Als eerste wordt uiteengezet hoe de maatschappelijke kosten en baten van een accijnsverhoging moeten worden berekend, wanneer hypothetisch wordt verondersteld dat personenauto's alleen benzine gebruiken en er geen substituten zijn. Vervolgens wordt de theorie verbreed naar de werkelijkheid, waarin een accijnsverhoging op een brandstof tot een verschuiving naar andere brandstoffen leidt.

Accijnsverhoging (zonder brandstofmixverandering)

Allereerst wordt de denkbeeldige situatie beschouwd dat er maar één brandstofsoort is. Een accijnsverhoging zal automobilisten ertoe bewegen minder brandstof te gaan gebruiken door minder te rijden, door een zuiniger auto te gaan rijden of door een zuiniger rijstijl aan te nemen. Deze aanpassing gaat gepaard met nutsverlies (immateriële kosten of maatregelkosten), maar levert de automobilist ook baten op in de vorm van lagere brandstofkosten. De maatregelkosten zijn gelijk aan de vermindering van het brandstofverbruik maal de gemiddelde brandstofprijs (inclusief accijns) voor en na de accijnsverhoging (oppervlak B+C+D in Figuur 4.3). Bovendien betaalt de automobilist ook meer accijns (oppervlak A). Voor de consument is het saldo van maatregelkosten, hogere accijns, en lagere brandstofkosten (inclusief accijns) gelijk aan oppervlak A+B. A+B wordt de vermindering van het consumentensurplus genoemd.



Figuur 4.3 Maatregelkosten bij vermindering brandstofverbruik door consumenten

De overheid krijgt door de accijnsverhoging natuurlijk meer geld, maar de extra accijnsinkomsten die worden geïnd over de resterende liters benzine (oppervlak A in Figuur 4.3) vallen weg tegen de extra accijnsuitgaven door consumenten. Deze extra accijnsuitgaven zijn onderdeel van het verlies aan consumentensurplus. Per saldo draagt deze zogenoemde accijnsoverdracht niet bij aan de maatschappelijke kosten. De overheid derft ook accijnsinkomsten als gevolg van de afname van het brandstofverbruik (oppervlak C in

Figuur 4.3). In Bijlage 2 wordt hier verder op in gegaan. Doordat de accijnsverhoging leidt tot minder autokilometers nemen de files af hetgeen tot reistijdwinsten voor consumenten en bedrijfsleven leidt. Ook nemen de andere externe kosten door autogebruik af.

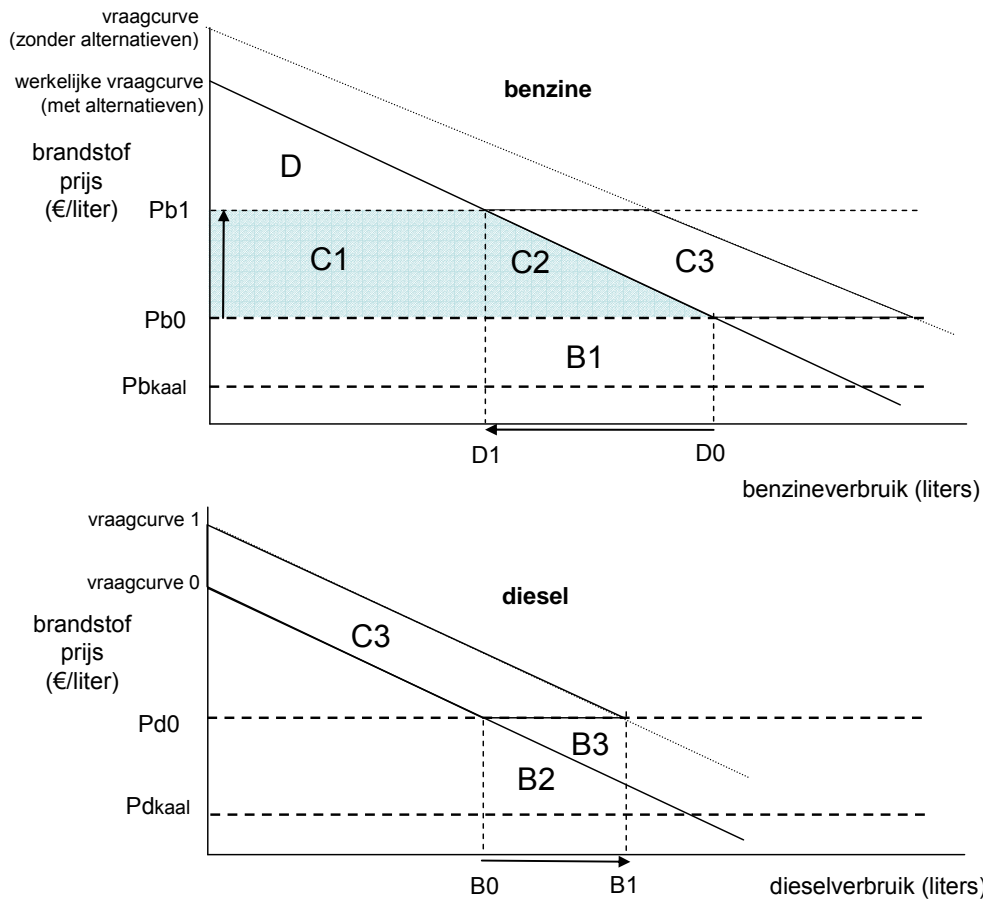
Onderstaande tabel vat de welvaartseffecten samen.

consumenten	– afname van het consumentensurplus + reistijdwinst
bedrijfsleven	+ reistijdwinst
overheid	– minder accijnsinkomsten door vraaguitval (indirect effect) + meer accijnsinkomsten door accijnsverhoging (direct effect)
extern	+ minder CO ₂ -emissies + minder luchtverontreiniging, minder verkeersongevallen, etc. door minder autogebruik

Accijnsverhoging (met brandstofmixverandering)

Een verhoging van de accijns op een brandstof zal vrijwel altijd leiden tot een toename in het verbruik van de andere twee brandstoffen. De vraag is nu, hoe bepalen we de welvaartseffecten van een accijnsverhoging op een brandstofsoort, gegeven deze verschuiving van de brandstofmix. De overheid genereert extra accijnsinkomsten door de verhoging van de benzineaccijns (oppervlak C1 in Figuur 4.4), maar derft accijnsinkomsten door de verschuiving van benzine naar diesel en LPG (oppervlak B1 minus oppervlak B2 en B3). Het accijnsniveau op diesel en LPG is immers lager dan op benzine. Conform de methodiek zoals gevolgd in de studie ‘Kosten en baten van vervanging van LPG als autobrandstof’ (Ecorys, 2004) wordt deze accijnsderving meegenomen als kostenpost. De extra benzine-accijnsinkomsten (oppervlak C1) worden niet gerekend tot welvaartskosten, omdat deze op de een of andere manier weer ten goede komen aan de belastingbetaler.

Het saldo van kosten en baten voor de consument van een overstap van benzine naar diesel of LPG zijn volgens Ecorys (2004) gelijk aan het verlies van consumentensurplus op de markt waar de accijnsverhoging plaatsvindt, in dit geval de benzinemarkt (oppervlak C1 + C2). De toename van het consumentensurplus op de markt voor substituten (diesel en LPG) (oppervlak C3) mag niet worden meegenomen als welvaartsbaat omdat deze welvaartsbaat anders dubbel wordt meegenomen. In de vraagcurve van benzine is namelijk het bestaan van alternatieve toepassingen (diesel, bonbons, theater) al meegenomen. Zonder de aanwezigheid van alternatieven zou de vraagcurve voor benzine verder naar rechts hebben gelegen (meer benzineverbruik bij dezelfde benzineprijs). Eenzelfde verhoging van de benzineprijs zou zonder alternatieven tot een groter verlies aan consumentensurplus voor benzinerijders hebben geleid, namelijk C1 + C2 + C3 in plaats van C1 + C2. De toename van het consumentensurplus op de alternatieve markten (bijvoorbeeld diesel, maar ook andere bestedingen buiten verkeer en vervoer) mag daarom niet worden meegerekend tot het welvaartseffect.



Figuur 4.4 Veranderingen op benzinemarkt en dieselmkt bij een verhoging van de benzineaccijns

Behalve de effecten op de brandstoffenmarkt, zijn er ook effecten op de automarkt. Een verhoging van de benzineaccijns zal immers leiden tot minder benzineauto's en meer diesel- en LPG-auto's. Een dieselauto en LPG-auto zijn duurder dan een vergelijkbare benzineauto. Ook is de MRB voor diesel- en LPG-auto's hoger en is de BPM op dieselauto's hoger. Aangezien de prijzen van auto's feitelijk als gevolg van de accijnsverhoging niet veranderen, hoeven veranderingen op de automarkt niet te worden meegenomen. Wel moeten de veranderingen in MRB- en BPM-inkomsten worden meegenomen, om dezelfde reden als ook de veranderingen in accijnsinkomsten moeten worden meegenomen.

Samenvatting van kosten en baten bij accijnsverhoging op benzine

Consumenten	– afname consumentensurplus benzinerijders + reistijdwinst (congestiebaten)
Bedrijfsleven	+ reistijdwinst (congestiebaten)
Overheid	+ meer accijnsinkomsten door verhoging benzineaccijns – minder accijnsinkomsten door substitutie van benzine naar diesel en LPG + meer inkomsten uit MRB en BPM door substitutie van benzine naar diesel en LPG
Extern	+ minder CO ₂ -emissies – meer NO _x - en PM ₁₀ -emissies + minder verkeersslachtoffers, wegonderhoud en geluidhinder door minder autogebruik

4.2 Kwantificering van de kosteneffectiviteit van beleidsinstrumenten

In deze paragraaf worden voor de verwachte situatie in 2010 de welvaartseffecten gekwantificeerd van beleidsinstrumenten gericht op verbetering van de brandstofefficiency van personenauto's. De uitgangspunten in de berekening van de kosteneffectiviteit zijn vermeld in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Uitgangspunten voor berekening kosteneffectiviteit beleidsinstrumenten gericht op efficiencyverbetering van personenauto's

		benzine-auto's	dieselauto's
Brandstofprijs (exclusief accijns, exclusief BTW)	€/liter	0,45	0,45
BTW en accijns	€/liter	0,87	0,51
Pomprijs	€/liter	1,32	0,96
Brandstofverbruik	l/100 km	7,1	5,9
Jaarkilometrage	Km	15.000	25.000
brandstofprijselasticiteit voor brandstofverbruik		-0,5	
brandstofkostenelasticiteit voor autogebruik		-0,3	

4.2.1 Subsidiëring van zuiniger auto's (welvaartsbenadering)

In de berekening van de kosteneffectiviteit van een subsidie nemen we de BPM-vrijstelling voor de op dit moment verkrijgbare Toyota Prius II als voorbeeld. De instapversie van de Toyota Prius II kost exclusief aanschafbelasting (BPM) en BTW ongeveer 4700 euro meer dan een qua voertuiggrootte en acceleratie vergelijkbare Toyota Avensis. Inclusief aanschafbelasting en BTW zou deze Toyota Prius II zo'n 7800 euro duurder zijn dan de Toyota Avensis. Op dit moment stelt de overheid de Prius vrij van BPM, hetgeen neerkomt op een premie van zo'n 8000 euro. Het effect op de overheidsbegroting is feitelijk lager dan 8000 euro omdat de gedeerde BPM-inkomsten voor een Toyota Avensis 6000 euro bedraagt en de BTW op een Prius 1000 euro hoger is dan op een Avensis. Het effect van een 100% BPM-vrijstelling voor de Prius (= 8000 euro) op de overheidsinkomsten is dus circa 5000 euro per hybride-auto (zie Tabel 4.2).

Tabel 4.2 *Autoprijzen voor en na belastingen en het effect van een gehele of gedeeltelijke BPM-vrijstelling voor hybride-auto's op de consumentenprijs en de overheidsinkomsten*

Prijzen december 2005 in €	Toyota Prius (hybrid synergy drive)	Toyota Avensis (1.8 16v VVT-i Linea Terra)	verschil
Netto catalogusprijs	21.302	16.560	4.742
BPM ^{a)}	8.046	5.912	2.134
BTW ^{b)}	4.047	3.146	901
consumentenprijs			
zonder BPM-vrijstelling	33.395	25.618	7.777
Met 100% BPM-vrijstelling	25.349	25.618	-269
Met 50% BPM-vrijstelling	29.372	25.618	3.754
overheidsinkomsten per auto			
zonder BPM-vrijstelling	12.093	9.058	3.035
Met 100% BPM-vrijstelling	4.047	9.058	-5.011
Met 50% BPM-vrijstelling	8.070	9.058	-988

a) 45% van netto catalogusprijs minus €1540

b) 19% van netto catalogusprijs

Verder stellen we dat de gemiddelde consument die als gevolg van de BPM-vrijstelling overgaat tot de aanschaf van een Prius, voorheen per jaar 15.000 kilometer reed in een benzineauto die gemiddeld 7,1 l/100 km verbruikte. Stel verder dat de consument in een hybride auto 6% meer gaat rijden. Uitgaande van een brandstofkostenelasticiteit van -0,3 (Geurs en Van Wee, 1997) zal een verlaging van de brandstofkosten met 20% tot een toename van het autogebruik met 6% leiden. Het gemiddelde consumentensurplus bedraagt 50% van de BPM-vrijstelling, ofwel 4000 euro (zie paragraaf 4.1.1). De kosten voor de overheid bestaan uit het verschil in BPM en BTW tussen de hybride en vergelijkbare niet-hybride-auto (5000 euro, zie Tabel 4.2) en de gedeerde accijnsinkomsten gedurende de levensduur van de auto (stel 10 jaar, dan circa 1400 euro). Een hybride-auto kan extra milieubaten hebben omdat de auto minder luchtverontreinigende stoffen uitstoot (NO_x en PM₁₀). De mate waarin is speculatief, omdat er nog weinig gemeten data zijn. Elke nieuwe auto op de Europese markt moet voldoen aan emissie-eisen van de EU. Het is de vraag of de hybride-auto per gereden kilometer veel schoner is dan een 'gewone' auto. In de berekening wordt verondersteld dat de hybride auto wel minder luchtverontreinigende stoffen uitstoot: verondersteld is dat over 10% van de jaarkilometrage de emissiereductie van NO_x en PM₁₀

100% is ten opzichte van een gewone auto. De vermeden emissies worden gewaardeerd met relatief hoge schadekosten uit Vermeulen et al. (2004), omdat de reductie waarschijnlijk vooral plaatsvindt in kilometers binnen de bebouwde kom: 10 euro per kg NO, 200 euro per kg PM₁₀.

De subsidie gaat gepaard met een rebound effect: externe kosten treden op als gevolg van het toegenomen autogebruik door hybride-autorijders. Toegenomen autogebruik leidt tot meer geluidhinder, verkeersongevallen, slijtage aan wegen en luchtverontreiniging. Deze externe kosten (exclusief 20% CO₂-emissie en 10% luchtverontreinigende emissies) bedragen voor moderne benzineauto's circa 0,03 €/km (Vermeulen et al., 2004), waarmee de externe kosten van het toegenomen autogebruik gedurende de levensduur circa 270 euro bedragen. De gedurende de levensduur vermeden CO₂-emissie bedraagt circa 4 ton. De maatschappelijke kosteneffectiviteit bedraagt in dit geval 600 €/ton CO₂ (zie Tabel 4.3). Een hybride-dieselauto (die op dit moment niet wordt verkocht) scoort qua kosteneffectiviteit beter omdat dieselauto's (in Nederland) een hoger jaarkilometrage hebben dan benzine-auto's.

Tabel 4.3 Welvaartseffecten per gesubsidieerde Prius bij een 100% BPM-vrijstelling (€ 8000), uitgaande van een levensduur van 10 jaar

[€1000 per auto per 10 jaar]		
+ consumentensurplus		+4,0
- BPM-vrijstelling		-5,0
- gedeerde accijnsinkomsten		-1,4
+ minder CO ₂ -emissies (50 €/ton)	[A]	+0,2
+ minder emissies NO _x en PM10	[A']	+0,3
- meer autogebruik (externe effecten excl. CO ₂) (€0,03 per km)		-0,3
SALDO (positief = baten; negatief = kosten)	[B]	-2,1
Vermeden CO ₂ -emissies (ton)	[C]	3,9
CO ₂ -kosteneffectiviteit (€/ton CO ₂)	$([B] - [A + A']) / [C]$	Ca. 600
'free riders'		PM ^{a)}

a) Pro memorie. Uitgaande de gehanteerde veronderstellingen (zie hoofdstuk 2) is het freerider een herverdelingseffect. Toch is het inzichtelijk om dit bedrag te tonen aan beslissingsnemers.

Wanneer de overheid bijvoorbeeld maar een korting op de BPM van 50% zou hebben gegeven, zouden er nog steeds consumenten zijn geweest die een hybride-auto zouden hebben aangeschaft. Het verschil met voorgaand voorbeeld is dat het consumentensurplus ook 50% lager is, maar dat de overheidsuitgaven 80% lager zijn. De kosteneffectiviteit wordt hierdoor aanzienlijk beter. Tabel 4.4 geeft de welvaartseffecten bij een 50% BPM-vrijstelling.

Tabel 4.4 Welvaartseffecten per gesubsidieerde Prius bij een 50% BPM-vrijstelling (€ 4000), uitgaande van een levensduur van 10 jaar

[€1000 per auto per 10 jaar]		
+ consumentensurplus		+2,0
– BPM-vrijstelling		-1,0
– gedeerde accijnsinkomsten		-1,4
+ minder CO ₂ -emissies (50 €/ton)	[A]	+0,2
+ minder emissies NO _x en PM10	[A']	+0,3
– meer autogebruik (externe effecten excl. CO ₂) (€0,03 per km)		-0,3
SALDO (positief = baten; negatief = kosten)	[B]	-0,2
Vermeden CO ₂ -emissies (ton)	[C]	3,9
CO ₂ -kosteneffectiviteit (€/ton CO ₂)	$([B] - [A + A']) / [C]$	Ca. 100
'free riders'		PM

Uit bovenstaande voorbeelden blijkt duidelijk dat hoe lager de BPM-vrijstelling voor de Prius is, des te lager de gedeerde overheidsinkomsten en des te lager de maatschappelijke kosten per vermeden CO₂-emissie. Bij een BPM-vrijstelling van ruwweg minder dan 40% (ofwel minder dan 3600 euro) blijken de maatschappelijke baten zelfs hoger te zijn dan de kosten.

Het dilemma is natuurlijk dat door een 40% BPM-vrijstelling voor de Prius maar zeer weinig consumenten worden overgehaald een Prius aan te schaffen: de meerprijs bedraagt dan immers circa 5000 euro.

In Hoofdstuk 3 is gebleken dat hybride-technologie een relatief dure manier is om de brandstofefficiency van personenauto's te verbeteren. Hoofdstuk 3 laat ook zien dat een efficiencyverbetering van 20% bij toepassing van de goedkoopst beschikbare technologie-opties maar 500 tot 1000 euro voor een benzine-auto kost en 1000 tot 2000 euro voor een dieselauto. Ter illustratie berekenen we daarom ook de CO₂-kosteneffectiviteit van een BPM-vrijstelling die de meerkosten voor de consument van een 20% zuiniger benzine-auto tot 0 euro terugbrengt. We gaan in de berekening uit van een kale meerprijs van 750 euro. Door BTW en BPM zou deze zuiniger auto voor de consument 1230 euro duurder zijn, dus de BPM-vrijstelling moet 1230 euro bedragen. Tabel 4.5 toont de welvaartseffecten per gesubsidieerde auto.

Tabel 4.5 Welvaartseffecten per gesubsidieerde benzine-auto van een aankooppremie van 1230 euro, uitgaande van een levensduur van 10 jaar

[€1000 per auto per 10 jaar]		
+ consumentensurplus		+0,62
– BPM-vrijstelling		-0,75
– gedeerde accijnsinkomsten		-1,41
+ minder CO ₂ -emissies (50 €/ton)	[A]	+0,19
– meer autogebruik (externe effecten excl. CO ₂) (€0,035 per km)		-0,32
SALDO (positief = baten; negatief = kosten)	[B]	-1,67
Vermeden CO ₂ -emissies (ton)	[C]	3,9
CO ₂ -kosteneffectiviteit (€/ton CO ₂)	$([B] - [A]) / [C]$	480
‘free riders’		PM

Opvallend is dat de kosteneffectiviteit in Tabel 4.5 slechter is dan in Tabel 4.3, ondanks dat de meerkosten van de 20% zuiniger benzineauto's aanmerkelijk lager zijn. De kosteneffectiviteit wordt in de welvaartsmethode echter niet bepaald door de technische meerkosten van een zuiniger voertuig, maar door het saldo van afname van de overheidsinkomsten en toename van het consumentensurplus.

Financiële benadering

Zoals in hoofdstuk 3 aangegeven, wordt in de internationale literatuur kosteneffectiviteit van technologie veelal berekend door van de kale meerkosten van zuiniger technologie de kale brandstofbaten (gedurende de economische levensduur) af te trekken, en dit saldo van kosten en baten te delen door de (tijdens de levensduur) vermeden CO₂-emissies. In het bovenstaande rekenvoorbeeld van de hybride-auto (meerprijs 4700 euro) zou deze financiële benadering resulteren in een kosteneffectiviteit van circa 1000 €/ton CO₂.

In het laatste rekenvoorbeeld van de vorige paragraaf (meerkosten 750 euro voor een 20% zuiniger benzine-auto) zou de strikt financiële benadering van kosteneffectiviteit een waarde opleveren van -50 €/ton CO₂. Dit betekent dat de kale brandstofbaten gedurende de levensduur (15.000 km per jaar, 10 jaar) de meerkosten (750 euro) overtreffen.

4.2.2 Regulering van maximum brandstofverbruik

In dit voorbeeld wordt verondersteld dat de overheid een maximum stelt aan het absolute brandstofverbruik van iedere nieuw-verkochte auto dat 20% lager ligt dan het huidige gemiddelde brandstofverbruik van nieuwe auto's. Consumenten die zonder dit beleid een auto hadden gekocht die 20% meer verbruikt dan het gemiddelde nu, stappen dus noodgedwongen over naar een auto die 40% zuiniger is. Mensen die zonder dit beleid een auto hadden gekocht die al 20% zuiniger is dan het gemiddelde nu, hoeven niets te doen. We nemen voor het gemak een consument die zonder dit beleid een auto zou hebben gekocht die even zuinig is als het gemiddelde nu en dus een 20% zuiniger auto moet kopen. Dat kan hij/zij doen door een auto met meer brandstofbesparende technologie aan te schaffen en/of een kleinere auto met geringere motorprestaties.

De consument gaat door de lagere brandstofkosten wel naar schatting 6% meer rijden (uitgaande van een brandstofkostenelasticiteit voor autogebruik van $-0,3$ uit Geurs en Van Wee, 1997). We nemen aan dat de norm zowel geldt voor benzine- als voor dieselauto's en dat er geen verandering in de brandstofmix plaatsvindt.

Zoals in de theoretische beschouwing (paragraaf 4.1.2) is gezegd, zijn de welvaartskosten van dit instrument voor de consument gelijk aan zijn vermindering van het brandstofverbruik maal het gemiddelde van de huidige brandstofprijzen en de brandstofprijzen die nodig zou zijn om dezelfde vermindering van het brandstofverbruik te realiseren. Om deze fictieve brandstofprijzen te schatten maken we gebruik van een brandstofprijzelasticiteit voor brandstofverbruik van $-0,5$: een brandstofprijshoging van 1% leidt op termijn tot een vermindering van het brandstofverbruik met 0,5%. Tabel 4.6 geeft de kosten en baten bij een aanscherping van de brandstofverbruiksnormen met 20% voor zowel benzine-auto's als dieselauto's.

Tabel 4.6 Welvaartseffecten per auto van normering brandstofverbruik (20% aanscherping) gesommeerd over 10 jaar

[1000 € per auto per 10 jaar]	20% zuiniger benzineauto	20% zuiniger dieselauto
– afname consumentensurplus	-0,3	-0,3
– gederfde accijnsinkomsten	-1,4	-1,2
+ minder CO ₂ -emissies (50 €/ton) [A]	+0,2	+0,3
– 6% meer autogebruik (externe effecten excl. CO ₂)	-0,3	-0,7
SALDO (positief = baten; negatief = kosten) [B]	-1,9	-1,9
Vermeden CO ₂ -emissies (ton) [C]	3,9	5,9
CO ₂ -kosteneffectiviteit (€/ton CO ₂) ([B] – [A]) / [C]	530	370

Zoals in paragraaf 4.1.2 aangegeven, wordt de hierboven afgeleide kosteneffectiviteit deels bepaald door de gekozen waarde voor de brandstofprijzelasticiteit voor efficiencyverbetering. Om de gevoeligheid voor deze parameter vast te stellen is dezelfde berekening uitgevoerd uitgaande van een brandstofprijzelasticiteit voor brandstofverbruik van $-1,0$. Dit betekent dat een brandstofprijshoging van 1% op termijn tot een vermindering van het brandstofverbruik met 1% leidt. Bij deze waarde van de brandstofprijzelasticiteit voor brandstofverbruik komt de kosteneffectiviteit van dit beleidsinstrument op 490 €/ton CO₂ voor benzine-auto's en 340 €/ton voor dieselauto's. Met andere woorden: de keuze voor de brandstofprijzelasticiteit heeft geringe invloed op de kosteneffectiviteit. Dit komt doordat de gederfde accijnsinkomsten domineren in de kosten-batenanalyse.

4.2.3 Regulering van maximum afmetingen

Zoals in paragraaf 4.1.3 toegelicht, zijn de welvaartseffecten van een regulering van de maximum afmetingen identiek aan de welvaartseffecten van een normering van de brandstofefficiency, wanneer beide instrumenten tot dezelfde reductie van het brandstofverbruik leiden.

4.2.4 Accijnsverhoging (zonder brandstofmixverschuiving)

In dit voorbeeld wordt een hypothetische wereld verondersteld waarin personenauto's alleen benzine gebruiken. Verder veronderstellen we een verhoging van de benzineprijs met 30%, zodat het brandstofverbruik met 10% afneemt (zie Geurs en Van Wee, 1997). Een 30% verhoging van de benzineprijs komt overeen met een toename met circa 0,4 euro/liter. Omdat we rekenen op het niveau van een benzineauto houden we geen rekening met eventuele reistijdbaten die het gevolg kunnen zijn van de accijnsverhoging. De reistijdbaten worden wel meegenomen in de volgende paragraaf.

Tabel 4.7 *Welvaartseffecten per auto per jaar van een verhoging van de benzine- en dieselprijs met 30% en een daarmee gepaard gaande afname van het brandstofverbruik met 15%*

[1000 € per auto per 10 jaar]	benzineprijs +30%
– consumentensurplus	-3.9
+ extra accijnsinkomsten door accijnsverhoging	3.6
– gedeerde accijnsinkomsten door vraaguitval	-1.4
+ minder CO ₂ -emissies (50 €/ton) [A]	0.2
– minder autogebruik (externe effecten excl. CO ₂) (€0,03 per km)	0.3
SALDO (positief = baten; negatief = kosten) [B]	-1.2
Vermeden CO ₂ -emissies (kg) [C]	-3.8
CO ₂ -kosteneffectiviteit (€/ton CO ₂) ([B] – [A]) / [C]	367

Tabel 4.7 laat zien dat een verhoging van de benzine-accijns met 30%, leidend tot een 15% afname van het brandstofverbruik, een kosteneffectiviteit heeft van circa 370 €/ton CO₂. Het huidige accijnsniveau is sterk bepalend voor de kosteneffectiviteit van een accijnsverhoging, omdat de accijnsderving als gevolg van vraaguitval moet worden meegenomen als maatschappelijke kostenpost.

4.2.5 Accijnsverhoging (met brandstofmixverschuiving)

Om de welvaartseffecten van bijvoorbeeld een verhoging van de benzine-accijns te kunnen berekenen, moet bekend zijn hoe deelgroepen van automobilisten reageren op een toename van de benzine-accijns. Enerzijds gaan benzinerijders minder of zuiniger rijden, anderzijds stappen benzinerijders over naar een dieselauto of een LPG-auto. De effecten van een overstap naar een andere brandstof kunnen niet op basis van gemiddelde waarden worden bepaald. Overstappers van benzine naar diesel hebben gemiddeld immers een lager jaarkilometrage hebben (ook op langere termijn) dan het gemiddelde van de huidige dieselrijder. Ook is het de vraag of bezitters van relatief goedkope of juist relatief dure benzine-auto's overstappen naar diesel en LPG. Dit heeft gevolgen voor de veranderingen in MRB- en BPM-inkomsten. Deze complexe veranderingen kunnen eigenlijk alleen met een autobezitsmodel worden ingeschat. Het MNP beschikt over het FACTS3.0-model. Met dit model zijn ten behoeve van deze studie de effecten van een accijnsverhoging op het personenautobezit en -gebruik ingeschat. Tabel 4.8 geeft de resultaten. Eind 2005 is een 'nulversie' van een nieuw personenautobezitsmodel DYNAMO gereed gekomen. Binnen het tijdbestek van deze studie bleek het niet meer mogelijk met het model DYNAMO de effecten

op het autokilometrage en brandstofverbruik van een brandstofprijshoogten op één brandstof in te schatten. Wel is met het DYNAMO-model reeds het effect berekend van een brandstofprijshoogten met 10% op alle drie de brandstoffen tegelijkertijd.

Tabel 4.8 Effecten in 2010 van een brandstofprijshoogten (berekend met FACTS3.0)

	accijnsverhoging 10 €cent/liter op:			
	benzine	diesel	LPG	alle 3
Brandstofaccijns (€/liter)				
Benzine	0.71	0.61	0.61	0.71
Diesel	0.34	0.44	0.34	0.44
LPG	0.12	0.12	0.22	0.22
Brandstofprijs (€/liter)				
Benzine	1.08	0.96	0.96	1.08
Diesel	0.66	0.78	0.66	0.78
LPG	0.39	0.39	0.51	0.51
Verandering autogebruik (mln)	-3420	-638	-1325	-3294
Benzine	-6230	2294	1341	-667
Diesel	2208	-2945	74	204
LPG	602	13	-2740	-2831
Verandering brandstofverbruik (mln liter)	-299	-13	-192	-355
Benzine	-454	154	98	-60
Diesel	114	-169	3	10
LPG	41	3	-293	-304
Effect op CO ₂ -emissies (Mton)	-0.7	-0.1	-0.2	-0.6
Benzine	-1.1	0.4	0.2	-0.1
Diesel	0.3	-0.5	0.0	0.0
LPG	0.1	0.0	-0.5	-0.5

Tabel 4.9 Welvaartseffecten accijnsverhoging benzine, diesel of LPG en bij gelijktijdige verhoging van alle accijnzen

[mln €]	accijnsverhoging 10 €cent/liter op:			
	benzine	diesel	LPG	alle 3
Verlies consumentensurplus	-627	-95	-105	-104
extra accijnsinkomsten overheid (direct)	600	85	87	86
verandering accijnsinkomsten (indirect)	-277	43	29	-85
verandering MRB- en BPM-inkomsten	-11	-73	-32	-118
externe milieubaten (excl. CO ₂) ^{a)}	92	58	49	116
externe milieubaten (CO ₂) ^{b)}	35	4	11	30
congestiebatens ^{c)}	477	116	215	462
SALDO (negatief = kosten)				
incl. CO ₂ , incl. congestie	288	138	255	387
incl. CO ₂ , excl. congestie	-189	22	40	-75
CO₂-kosteneffectiviteit (€/ton CO₂)				
incl. congestie	-357	-1633	-1069	-592
excl. congestie	+316	-216	-124	+175

- a) uitgaande van de externe kosten voor een Euro3-auto (exclusief CO₂) afkomstig uit CE-studie 'De prijs van een reis' (benzine: 3,5 €cent/km; diesel: 4,7 €cent/km; LPG: 3,6 €cent/km)
- b) uitgaande van een CO₂-schaduw prijs van 50 €/ton CO₂
- c) verband tussen de procentuele afname van het aantal voertuigkilometers (V in %) en de reistijdskosten (R in mld €) is afgeleid uit de resultaten van het Platform Anders Betalen voor Mobiliteit.
Het verband is: $R = 8,6 * V^{(0,84)}$

Uit Tabel 4.9 blijkt dat een accijnsverhoging met 0,10 €/liter op benzine tot een afname van de welvaart met circa 200 mln euro leidt indien de baten van minder files niet worden meegenomen. De CO₂-kosteneffectiviteit bedraagt in dat geval circa 300 €/ton CO₂. Worden de congestiebatens wel meegenomen, dan zal de accijnsverhoging tot welvaartsbatens van circa 300 mln euro per jaar leiden.

Uit bovenstaande wordt duidelijk dat het wel- of niet meenemen van congestiebatens bepalend kan zijn voor de conclusies over kosteneffectiviteit van prijsbeleid. Een probleem bij de congestiebatens is dat het verband tussen afname van het autogebruik en de absolute congestiebatens niet lineair is: de eerste procent reductie in autogebruik levert meer batens op dan het tweede procent, en de derde weer minder dan het tweede procent. Op een bepaald moment levert een verdere vermindering van het autogebruik geen congestiebatens meer op om de simpele reden dat de files op een bepaald moment opgelost zullen zijn. Congestiebatens van prijsmaatregelen zijn daarom sterk gekoppeld aan het gebruikte referentiescenario (hoeveel files staan er nog) en kunnen alleen in samenhang met andere volumereducerende maatregelen worden berekend.

Een accijnsverhoging van 0,10 €/liter op diesel leidt volgens het FACTS-model tot een geringe afname van de autokilometers en nauwelijks tot een afname van het brandstofverbruik. De accijnsverhoging leidt wel tot een afname van dieselautokilometers, maar er komen ongeveer evenveel benzine- en LPG-autokilometers voor terug. Dit is vreemd, omdat de variabele autokosten van benzine-auto's hoger zijn dan van dieselauto's. Deze uitkomsten voeden de reeds bestaande twijfels over de betrouwbaarheid van FACTS. Met of zonder congestiebatens, leidt de accijnsverhoging bij diesel tot welvaartsbatens. Hetzelfde geldt voor een accijnsverhoging op LPG.

Een gelijktijdige verhoging van de accijnzen op benzine, diesel en LPG met 0,10 €/liter, genereert forse welvaartsbaten, mits de congestiebaten worden meegenomen. Zonder congestiebaten resulteert deze maatregel in beperkte welvaartskosten. De kosteneffectiviteit bedraagt in dat geval circa 200 €/ton.

Wederom wordt duidelijk dat de congestiebaten bepalend zijn voor de conclusies over de CO₂-kosteneffectiviteit van accijnsbeleid. Zonder congestiebaten leidt een accijnsverhoging op diesel en LPG tot welvaartsbaten, terwijl een accijnsverhoging op benzine en op alle drie de brandstoffen tot welvaartskosten leidt. Het meenemen van congestiebaten is ook de reden waarom de optie ‘kilometerheffing’ als een kosteneffectieve optie is aangemerkt in het recent verschenen ‘Optiedocument energie en emissies 2010/2020’ (ECN, MNP, 2006).

Het verdient aanbeveling om dezelfde accijnsverhoging ook met het DYNAMO-model door te rekenen. Dit omdat het DYNAMO-model beter geschikt is om de effecten van prijsbeleid (accijnsverhoging, variabilisatie van autobelastingen) te berekenen en om te bezien in hoeverre de conclusies afhankelijk zijn van het gebruikte model.

4.3 Discussie

Een welvaartsbenadering van kosteneffectiviteit neemt niet de maatregel (zuiniger auto) als uitgangspunt, maar het beleidsinstrument waardoor de maatregel wordt genomen. De methode neemt de reactie van producenten en consumenten op een beleidsinstrument in beschouwing. De gedragsreacties zijn een directe maat voor alle kosten en baten, zowel financieel als niet-financieel, die samenhangen met het nemen van een bepaalde maatregel. Bovendien wordt in de welvaartsbenadering de gedeerde accijnsinkomsten (door afname brandstofverbruik) voor de overheid meegenomen als kosten.

De analyse in dit hoofdstuk laat zien dat consumenten niet bereid zijn (veel) te betalen voor een zuiniger auto ten opzichte van wat ze nu betalen voor hun huidige auto. De brandstofprijselasticiteiten van het brandstofverbruik zijn relatief laag wat er op duidt dat automobilisten bereid zijn veel te betalen voor behoud van hun auto, hoewel er (veel) zuinigere zijn. Het sterke van de brede welvaartsbenadering is dat dankzij het concept van het ‘consumentensurplus’ met dit fenomeen rekening kan worden gehouden. In de puur financiële benadering zou bijvoorbeeld beleid gericht op ‘downsizen’ van voertuigafmetingen of motoren alleen maar financiële voordelen met zich meebrengen. Toch is evident dat een dergelijke normstelling enorme weerstand bij consumenten zal oproepen, gerelateerd aan niet-financiële kosten, zoals verlies aan comfort, verlies aan status en verlies aan keuzevrijheid. Met de welvaartsbenadering kunnen deze kostenposten in beeld worden gebracht.

Het is mogelijk wat tegenintuïtief dat consumenten niet bereid lijken (veel) te willen betalen voor een zuiniger auto dan hun huidige, maar niet vergeten moet worden dat ze door het huidige niveau van brandstofheffingen al veel ‘dure’ maatregelen hebben genomen (zoals geanalyseerd door Dings, 2004, overgenomen als bijlage in Van den Brink et al., 2004). Heffingen op brandstof werken economisch gezien als een prikkel voor CO₂-reductie. Het

uiterste voorbeeld is benzine, waarop particulieren momenteel omgerekend circa 375 euro per CO₂ aan heffingen betalen (uitgaande van heffingen en BTW op benzine van rond de 0,9 euro per liter en 2,24 kg CO₂ per liter verstookte brandstof). Theoretisch zorgen dergelijke heffingen ervoor dat de eindgebruikers alle maatregelen voor CO₂-reductie treffen die goedkoper zijn dan de heffing. Het klinkt misschien vreemd, zoals Dings opmerkt, dat op dit gebied blijkbaar al een breed scala aan maatregelen wordt getroffen, maar dit wordt een stuk minder vreemd als blijkt dat in 2004 de gemiddelde inwoner van de VS jaarlijks ruwweg tweemaal zoveel energie besteedt aan zijn personenautovervoer als de gemiddelde Nederlander (afgeleid uit www.eia.doe.gov, december 2006).

Het toepassen van de welvaartsbenadering betekent dat alle gedragsreacties op een beleidsinstrument van tevoren bekend moeten zijn. Dit stelt hoge eisen aan het ex ante beleidsonderzoek. Modellen moeten goed gevalideerd zijn. Ze moeten plausibele uitkomsten geven. En/of via Stated Preference- of Stated Choice-onderzoek moeten alle gedragsreacties ingeschat zijn. Dit hoofdstuk laat zien dat vervolgens dan ook nog doorrekeningen moeten plaatsvinden naar gevolgen op de overheidsuitgaven en -inkomsten van het beleidsinstrument, naar een eventueel 'freerider'-effect en naar eventuele effecten op congestie (zoals het accijnverhogingsvoorbeeld laat zien).

In dit hoofdstuk zijn wat vingeroefeningen gedaan met het toepassen van de welvaartstheorie op enkele beleidsinstrumenten om personenauto's efficiënter te maken. Deze voorbeeldberekeningen laten zien dat door de geringe betalingsbereidheid van de consument voor een zuiniger auto (consument wil meer investering in zuiniger auto binnen enkele jaren al terugverdiend hebben of ze wil geen kleine auto kopen of ze wil geen ander merk kopen) de maatschappelijke kosteneffectiviteit van CO₂-beleid lager zal zijn dan de financiële kosteneffectiviteit van brandstofefficiëntere auto's. Tevens laten de voorbeeldberekeningen zien dat beleid dat naast CO₂-winst leidt tot bijvoorbeeld reistijdbaten, of andere 'co-benefits' zoals de Engelstalige literatuur positieve neveneffecten aanduidt, zeer kosteneffectief kan zijn.

Een vergelijking van de kosteneffectiviteit van deze verkeersopties met beleidsopties uit andere doelgroepen is op dit moment niet goed mogelijk. Daarvoor moet ook van CO₂-beleidsopties in andere sectoren alle financiële en niet-financiële kosten en baten in kaart worden gebracht. De kosteneffectiviteit van bijvoorbeeld windturbines wordt normaliter berekend door alleen te kijken naar de investeringskosten en de elektriciteitsopbrengsten terwijl niet-financiële kosten als horizonvervuiling en andere hinder niet worden meegenomen.

Literatuur

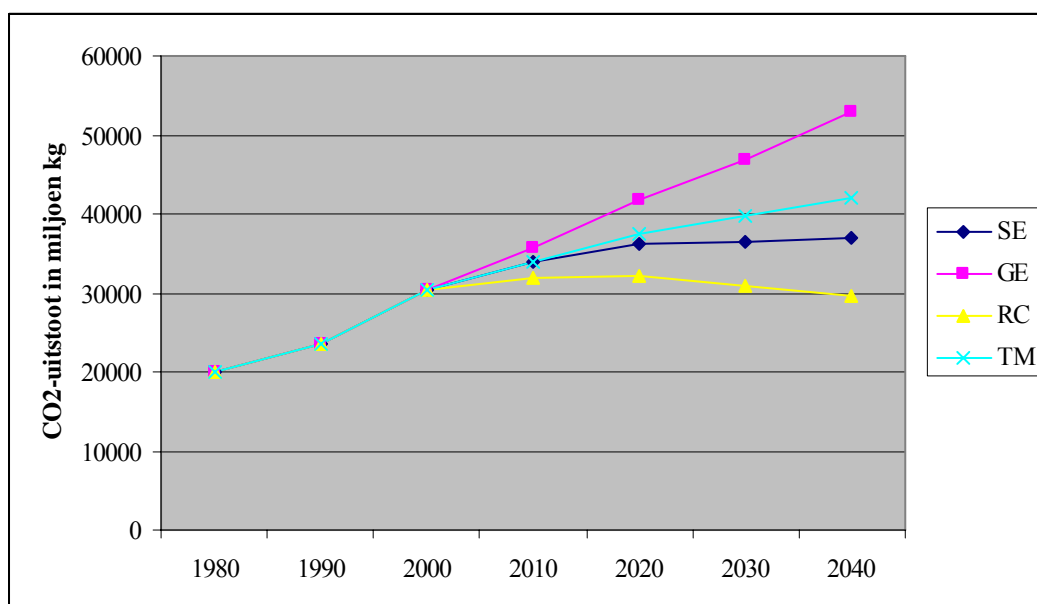
- AEA (2001) *Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change Economic Evaluation of Emissions Reductions in the Transport Sector of the EU*, AEA Technology Environment, Abingdon, UK
- Brink, van den, R.M.M., A. Hoen, B. Kampman, R. Kortmann, B.H. Boon (2004) *Optiedocument Verkeersemissies. Effecten van maatregelen op verzuring en klimaatverandering*, rapportnummer 773002026, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven
- Burke, A. en E. Abeles (2004) *Feasible CAFÉ standards Increases using Emerging Diesel and Hybrid-Electric Technologies for Light-Duty Vehicles in the United States*, Institute of Transportation Studies, University of California-Davis, Davis, California, US
- CARB (2004) *Staff Report: Initial Statement of Reasons for Proposed Rulemaking, Public Hearing to Consider Adoption of Regulations to Control Greenhouse Gas Emissions from Motor Vehicles*, California Environmental Protection Agency, Air Resources Board (<http://www.arb.ca.gov/regact/grnhsgas/isor.pdf>, januari 2007)
- CBS (2006) Statline, www.cbs.nl, december 2006
- CPB (2001), *Neveneffecten van het verlenen van subsidies voor energiebesparing*, CPB Notitie, 12 maat 2001, Den Haag, Centraal Planbureau
- De Ceuster, G., L. Franckx, B. van Herbruggen, S. Logghe, B. van Zeebroeck, S. Tastenhoye, S. Proost, J. Knockaert, I. Williams, G. Deane, A. Martino, D. Firello (2005) *TREMOVE 2.30 Model and Baseline Description. Final report*, 18 February 2005, Leuven: Transport and Mobility, www.tremove.org
- ECN, MNP (2006) *Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020. Analyses met het Optiedocument energie en emissies 2010/2020*, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, Milieu- en Natuur Planbureau, Bilthoven
- ECN, RIVM (1998), Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen. Inventarisatie in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang, A.C.P. Verster (2000) *Evaluatie van grote infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-baten analyse*, Den Haag: CPB, Rotterdam: NEI (naamsverandering in ECORYS)
- IEEP, TNO, CAIR (2005) *Service contract to carry out economic analysis and business impact assessment of CO₂ emissions reduction measures in the automotive sector*, the Institute for European Environmental Policy (IEEP), TNO, and CAIR, the Centre for Automotive Industry Research (IEEP 2005)
- Geurs, K.T. en G.P. van Wee (1997), *Effecten van prijsbeleid op verkeer en vervoer*, Rapportnr. 773002005, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Greene, D. L., A. Schafer (2003) *Reducing Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation*, Pew Center on Global Climate Change, Arlington, USA
- Hoen, A., R.M.M. van den Brink en J.A. Annema (2006) *Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Emissieprognoses Verkeer en Vervoer*, rapportnummer 500076002/2006, Milieu- en Natuur Planbureau, Bilthoven
- IPCC (2005) *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 10 October 2005

- Klaassen, G., C. Berglund, F. Wagner (2004) *The GAINS Model for Greenhouse Gases: CO₂*, IIASA, Laxenburg, Oostenrijk
- Muconsult (2006) Monitoring trends nieuwe personenauto's. Eindrapport: ontwikkelingen 1996 – 2005, Muconsult BV., Amersfoort
- OECD/IEA (2005) *Making cars more fuel efficient: technology for real improvements on the road*, International Energy Agency (IEA), Parijs
- Rietveld, P. (2002) Een afwegingskader voor beleid in verkeer en vervoer: kosten-batenanalyse en multicriteria-analyse, Hoofdstuk 12 in: B. Van Wee en M. Dijst (eds.), *Verkeer en Vervoer in hoofdlijnen*, Bussum: Uitgeverij Coutinho
- TNO, IEEP en LAT (2006) *Reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars*, Contract nr S12.408212, presentation, ECCP II Working Group on the Integrated Approach to CO₂-reduction from light duty vehicles, 5th meeting: September 18, 2006
- Verhoef, E.T., B. van Wee (2000) Car ownership and Status, Implications for fuel efficiency policies from the viewpoint of theories of happiness and welfare economics, European Journal of Transport Infrastructure Research, 0, no. 0 (2000), pp. 41-56
- Vermeulen, J.P.L., B.H. Boon, H.P. van Essen, L.C. den Boer, J.M.W. Dings, F.R. Bruinsma, M.J. Koetse (2004) *De prijs van een reis; de maatschappelijke kosten van het verkeer*, CE/VU, Delft/Amsterdam, september 2004
- Vringer, K., Hanemaaijer, A.H. (2000) *Kosteneffectiviteit van milieumaatregelen*, rapportnummer 773008002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven
- VROM (2004) *Beleidnota Verkeersemissies. Met schonere, zuiniger en stillere voertuigen en klimaatneutrale brandstoffen op weg naar duurzaamheid*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag (www.vrom.nl)

Bijlagen

Bijlage 1 CO₂-emissie van verkeer en vervoer in Nederland

Tussen 1980 en 2000 is de emissie van het wegverkeer in Nederland gestegen met circa 50% (CBS, 2006), zie ook Figuur B1.1. Binnen het wegverkeer hebben in 2000 de personenauto's een aandeel van 60% in de CO₂-emissie. Gevolgd door vrachtoertuigen met 19% en bestelauto's met 15%. Het wegverkeer is dominant ten opzichte van het overige verkeer (binnenvaart, rail, luchtvaart, zeescheepvaart en mobiele werktuigen, enzovoort); het aandeel van overig verkeer in de CO₂-emissie op Nederlands grondgebied is rond de 25%. Benadrukt moet worden dat de aandelen zeescheepvaart en luchtvaart in deze 'grondgebied'-methode zich beperken tot 'landing - take off' bij luchtvaart en tot binnengaatsse vervoersbewegingen en vervoersbewegingen op Nationaal Continentaal Plat (NCP) bij zeescheepvaart.



Figuur B1.1 Ontwikkeling CO₂-emissie van wegverkeer in Nederland. De ontwikkeling 1980 – 2000 is afkomstig van CBS. De ontwikkeling 2000 – 2040 zijn verwachtingen in vier scenario's (SE, GE, RC en TM) uit de studie Welvaart en Leefomgeving (Hoen, 2006)

Figuur B1.1 laat zien dat in de nieuwste langetermijn-verkenningen (Hoen et al., 2006) wordt verwacht dat in drie van de vier scenario's de CO₂-emissie van het wegverkeer zal toenemen in de periode 2000 - 2040: van 20% in Strong Europe (SE) tot 40% en 70% in respectievelijk Transatlantic Market (TM) en Global Economy (GE). De scenario's verschillen onder andere in economische groei, terwijl in SE uitgegaan wordt van effectief klimaatbeleid bij verkeer (vooral na 2020) en in GE en TM niet. Alleen in het scenario Regional Communities (RC) neemt de CO₂-emissie niet toe, maar stabiliseert op het niveau van het jaar 2000. De reden is dat in dit scenario relatief lage economische en demografische groei gepaard gaat met effectief beleid tot introductie van zuiniger auto's.

Bijlage 2 Directe en indirecte welvaartseffecten van accijnsverhoging

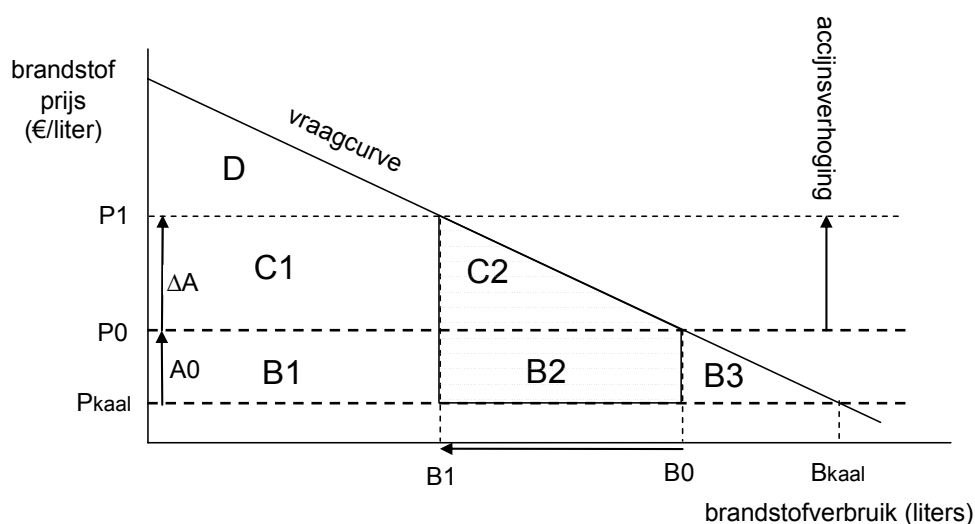
In deze bijlage wordt uiteengezet hoe de directe en indirecte welvaartseffecten van een accijnsverhoging bij personenauto's kunnen worden berekend. In Bijlage 3 wordt ingegaan op de congestiebatens en in Bijlage 4 op de externe effecten.

De welvaartstheorie stelt dat de directe en indirecte effecten van een accijnsverhoging gelijk zijn aan:

- de afname van het consumentensurplus verminderd met de extra accijnsopbrengst indien deze door de overheid wordt teruggesluisd naar de consument;
- de afname van de inkomsten uit brandstofaccijns als gevolg van de vermindering van de brandstofafzet.

Het consumentensurplus is gedefinieerd als het verschil tussen de bereidheid tot betalen en de werkelijke kosten. De bereidheid tot betalen wordt weergegeven met de vraagcurve.

Figuur B2.1 geeft een en ander schematisch weer. De totale directe en indirecte welvaartskosten van een accijnsverhoging ΔA zijn gearceerd weergegeven.



Figuur B2.1 Schematische weergave van het welvaartseffect van een brandstofprijshoogte met ΔA ($= C2 + B2$)

Dat ook de accijnsderving door de overheid als gevolg van een daling van het brandstofverbruik (oppervlak B2) moet worden meegerekend tot de welvaartskosten, kan verbazing opwekken. De extra accijnsinkomsten als gevolg van de accijnsverhoging ΔA (oppervlak C1) wordt immers niet meegerekend tot de welvaartskosten, waarom dan wel een accijnsderving. Dit kan aan de hand van de volgende twee scenario's worden uitgelegd:

- Stel dat er geen brandstofaccijns zou zijn geweest. Het niveau van brandstofverbruik zou dan hoger zijn geweest en wel Bkaal. Het invoeren van de huidige accijns A0 zou dan een afname van het brandstofverbruik tot B0 tot gevolg hebben. Het welvaartseffect van deze accijnsverhoging is gelijk aan B3, namelijk de afname van het consumentensurplus ($B1 + B2 + B3$) verminderd met de extra accijnsopbrengsten ($B1 + B2$).

- b. Stel dat er geen brandstofaccijns zou zijn geweest en een accijns gelijk aan $(A_0 + \Delta A)$ zou zijn ingevoerd. Het welvaartseffect zou dan gelijk zijn geweest aan $C_2+B_2+B_3$, namelijk de afname van het consumentensurplus $(B_1+B_2+B_3+C_1+C_2)$ vermindert met de extra accijnsinkomsten (B_1+C_1) .

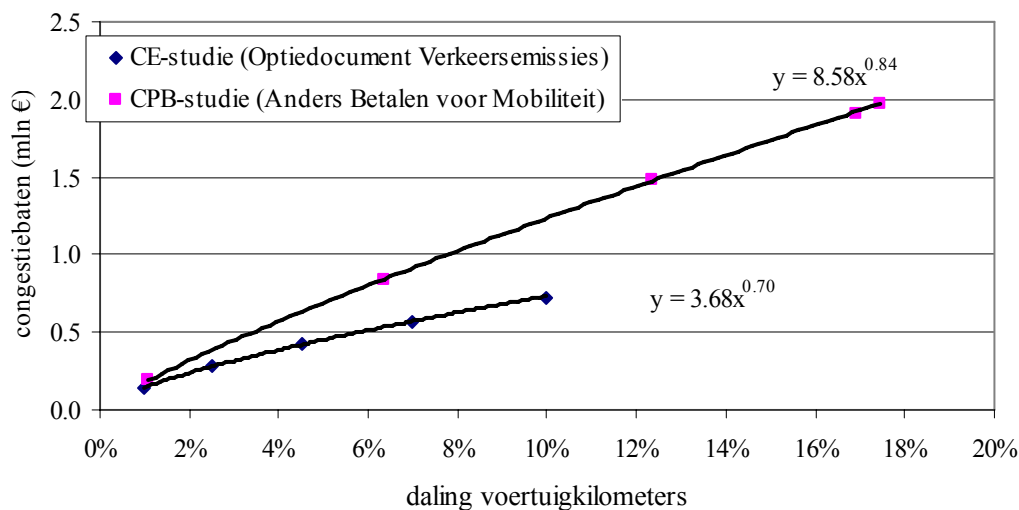
Het verschil tussen beide is het welvaartseffect van de accijnsverhoging ΔA , ofwel $(C_2+B_2+B_3) - (B_3) = (C_2+B_2)$. Het meenemen van de accijnsderving in de berekening van de welvaartskosten kan als volgt worden verklaard. Wanneer we ervan uitgaan dat de overheidsinkomsten gelijk moeten blijven, zal de overheid de door vraaguitval gederfde accijnsinkomsten (B_2) bijvoorbeeld in de vorm van een extra accijnsverhoging terughalen bij de automobilist. Deze accijnsverhoging vermindert het consumentensurplus en omdat deze extra accijnsverhoging dus niet kan worden teruggesluisd, moet deze wel worden meegerekend tot het welvaartseffect.

Het maakt voor de welvaartseffecten van een accijnsverhoging in principe niet uit of de gerealiseerde vermindering van het brandstofverbruik wordt veroorzaakt door minder autokilometers, door efficiënter gebruik van brandstof of door een combinatie van beide. Wel is het natuurlijk zo dat wanneer een accijnsverhoging alleen gepaard gaat met een vermindering van de automobiliteit, de afname van het brandstofverbruik minder is dan wanneer er ook een efficiencyverbetering optreedt.

Bijlage 3 Congestiebaten

In Bijlage 2 zijn de directe en indirecte effecten van een accijnsverhoging voor consument en overheid berekend. Een accijnsverhoging leidt daarnaast tot minder autogebruik en daarmee tot minder congestie. Congestie gaat gepaard met reistijdverliezen en genereert daarmee welvaartskosten. Deze bijlage gaat in op de wijze waarop de baten van minder congestie kunnen worden geschat.

In het Optiedocument Verkeersemissies is door CE een verband gelegd tussen de afname van het autokilometrage in 2020, de afname van het aantal voertuigverliesuren en de daardoor veroorzaakte congestiebaten (zie Figuur B3.1). De dikke punten in de grafiek corresponderen met berekeningen door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat van de verkeerskundige effecten van twee varianten van kilometerheffingen. Het CPB heeft voor de Commissie Nouwen (Platform Anders Betalen voor Mobiliteit) van verschillende varianten van een kilometerheffing de congestiebaten in 2020 berekend. In Figuur B3.1 zijn ook van deze CPB-studie de congestiebaten uitgezet tegen de afname van het voertuigkilometrage. Voor dit verband zijn alleen de kilometerheffingsvarianten gebruikt waar geen extra weginfrastructuur wordt gerealiseerd.



Figuur B3.1 Verband tussen afname autokilometrage en congestiebaten in 2020 volgens twee studies

Uit de figuur blijkt dat een daling van het aantal voertuigverliesuren met 10% reistijdbaten van 0,7 tot 1,2 miljard euro genereert. Omdat de CPB-studie recenter is gebruiken we in deze studie de cijfers van het CPB.

Bijlage 4 Externe effecten

Een vermindering van het autogebruik leidt tot een vermindering van de externe effecten door verkeer. Externe effecten zijn effecten die niet in de prijs van personenautovervoer worden meegerekend, en bestaan uit:

- a. milieubelasting (klimaatverandering, luchtverontreiniging)
- b. verkeersonveiligheid
- c. geluidhinder
- d. aanleg en onderhoud van infrastructuur

Ten behoeve van de werkzaamheden van het Platform Anders Betalen voor Mobiliteit heeft CE een herberekening gedaan van de externe kosten van verkeer. Volgens CE bedragen de externe kosten door personenautoverkeer in 2020 circa 5 eurocent/km. Hierin zijn alleen de onderhoudskosten voor infrastructuur meegenomen, niet de aanlegkosten.

Tabel B4.1 Externe kosten Euro4-personenauto's (eurocent/km)

	infra onderhoud	veilig- heid	geluid- hinder	CO ₂	overig milieu	TOTAAL (incl. CO ₂)	TOTAAL (incl. CO ₂)
benzine	0.24	2.7	0.31	0.97	0.25	4.5	3.5
diesel	0.24	2.7	0.35	0.89	1.09	5.3	4.4
LPG	0.24	2.7	0.31	0.72	0.27	4.2	3.5

a) uitgaande van een CO₂-prijs van 50 €/ton CO₂