

# Actueel beeld van emissies van vervoerswijzen

Elco den Boer, Jan Anne Annema en Huib van Essen

*Een recente studie van CE Delft heeft de milieuprestaties van vervoerswijzen in kaart gebracht en vergeleken. Het onderscheid tussen 'milieuvriendelijke' en 'milieuonvriendelijke' vervoerswijzen is niet eenduidig en niet zo gemakkelijk te maken, zo blijkt uit de studie. Elektrisch (spoor)vervoer is over het algemeen relatief schoon, maar logistieke kenmerken zoals de schaalgrootte en beladingsgraad zijn vaak zeker zo bepalend voor de milieuprestatie als de vervoerswijze. Om de milieuprestaties van verkeer en vervoer te verbeteren is het belangrijk om iedere vervoerswijze schoner en zuiniger te maken.*

## STREAM

Het vergelijken van de milieuprestaties van verschillende vervoerswijzen is een onderwerp waar binnen het werkveld verkeer en milieu altijd veel belangstelling voor bestaat. Het gaat om vragen als welke transportwijze het schoonste is, en welke transportwijze door de overheid het meeste gestimuleerd dient te worden. Hier zit meteen de angel, want stimulerend van relatief schoon vervoer leidt lang niet altijd tot verbetering van de totale milieuprestatie van de verkeerssector als geheel.

Het idee van 'modal shift' als milieumaatregel in verkeer staat al lang in de belangstelling. Het gaat hier om beleid waarbij overheden proberen reizigers en/of vracht te verschuiven ('to shift') van de ene vervoerswijze ('mode') naar de andere. Op het eerste 'Internationale Transport Forum'<sup>1</sup> in Leipzig over klimaatbeleid in transport in mei 2008 werd het aantrekkelijker maken van openbaar vervoer en goederentransport per rail en binnenvaart veelvuldig genoemd als een kansrijke milieuopectie.

De afgelopen decennia heeft 'modal shift'-beleid in het personen- en goederenvervoer echter weinig opgeleverd. Vervoerswijzen opereren namelijk grotendeels in verschillende markten die veel minder overlappen dan politici denken. De keuze voor een vervoerswijze wordt sterk bepaald door de intrinsieke eigenschappen van modaliteiten, zoals de reiskosten, de reistijd en de 'moeite'. Stimulerend beleid speelt slechts een kleine rol in de keuze, zoals betoogd in het veelgeciteerde Arena-artikel uit 2003 hierover van Van Wee en Rietveld<sup>2</sup>.

STREAM, een recente studie van CE Delft<sup>3</sup>, geeft een actueel beeld van de emissies van verschillende vervoerswijzen nu en in de toekomst. De studie is een update van 'To shift or not to shift, that's

the question'<sup>4</sup> uit 2003. STREAM geeft inzicht in zowel CO<sub>2</sub>-emissies, van belang vanwege klimaatverandering, als in verschillende luchtverontreinigende emissies zoals PM (fijn stof) en NO<sub>x</sub>.

Milieuvergelijkingen tussen vervoerswijzen zoals in STREAM worden vaker gemaakt. Het STREAM-rapport is vooral bedoeld om een actualisatie te geven van de bestaande vergelijkingen, want de ontwikkeling om tot schonere en zuinigere vervoerswijzen te komen heeft niet stil gestaan. Het rapport geeft ook een blik in de toekomst, want er zitten nieuwe ontwikkelingen aan te komen. Omdat personenauto's en wellicht bestelauto's zuiniger worden vanwege de aangekondigde regelgeving vanuit Brussel, worden de gemiddelde verschillen in CO<sub>2</sub>-uitstoot tussen de modaliteiten in het personenvervoer naar verwachting wat kleiner. Ook treinen worden zuiniger mede als gevolg van de meerjarenafspraken energie efficiency (MJA) tussen de NS en de Nederlandse overheid. Daarnaast worden vliegtuigen zuiniger als gevolg van technologische ontwikkelingen ingegeven door kostenbesparingen. Voor de overige vervoerswijzen zoals vrachtauto, goederentreinen en schepen is het perspectief op vermindering van het brandstofverbruik op dit moment beperkter.

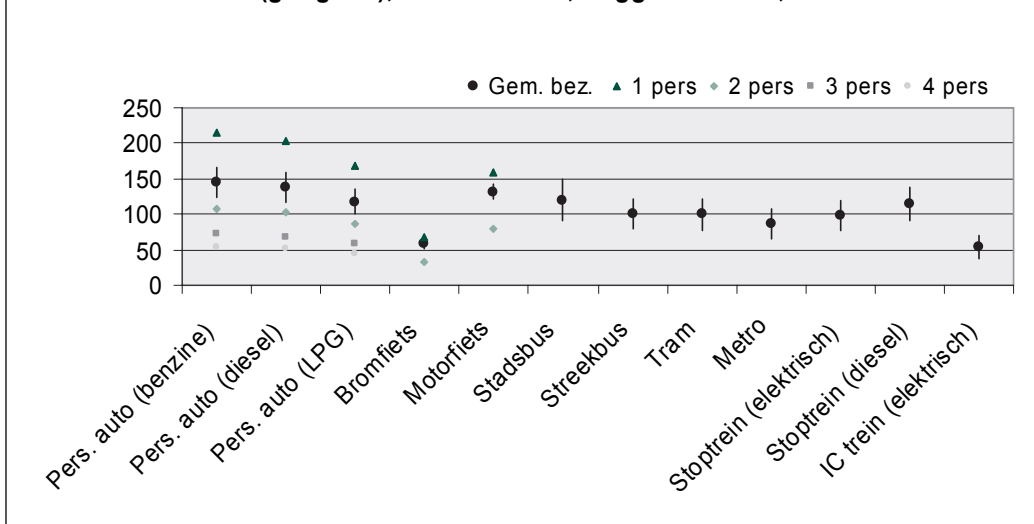
## Logistiek, schaalgrootte, techniek van groot belang

De logistieke kenmerken van een transport of reis hebben grote invloed op de CO<sub>2</sub>-emissies per persoon- of tonkilometer, zo laat STREAM zien. Het is evident dat een trip met een auto met twee personen maar de helft aan CO<sub>2</sub> per persoonkilometer tot gevolg heeft dan een auto met enkel een bestuurder. Uit Figuur 1 blijkt dat de emissies van een personenauto enorm kunnen verschillen, afhankelijk van het aantal personen. Dit heeft natuurlijk invloed op de vergelijking met bijvoorbeeld de bus en trein. Een reis met een gemiddelde auto met een gemiddelde bezettingsgraad heeft CO<sub>2</sub>-emissies die een factor twee tot drie hoger zijn dan van een reis per intercitytrein. Een gemiddelde auto met drie personen of meer presteert echter even goed als de intercity trein. Daarbij moet nog worden bedacht dat er ook nog een forse variatie is in het brandstofverbruik van auto's. Mede door dit soort variaties is het niet eenvoudig algemeen geldende uitspraken te doen over welke modaliteit nu het best is. Het is duidelijk dat de trein een zuinig vervoermiddel als we het over woon-werk verkeer hebben, wanneer de bezetting van

## OVER DE AUTEURS

**Elco den Boer** en **Huib van Essen** (015-2150150, essen@ce.nl) zijn werkzaam bij CE Delft, **Jan Anne Annema** bij het Kennisinstituut voor mobiliteitsbeleid

**CO2 (g/rzg-km); korte afstand; daggemiddelde; 2010**



**Figuur 1** Personenvervoer: CO<sub>2</sub> emissies per reizigerskilometer in 2010

auto's over het algemeen heel laag is. Wanneer we met de familie op vakantie gaan, zijn de verschillen echter beperkt.

Voor het lange afstandsvervoer is de touringcar het zuinigste vervoermiddel, gevolgd door de trein, zo laat STREAM zien. CO<sub>2</sub>-emissies per reizigerskilometer van een hoge snelheidstrein (HST) en een Intercitytrein zijn vergelijkbaar, omdat de gemiddeld veel hogere bezettingsgraad van een HST het hogere energiegebruik compenseert. De CO<sub>2</sub>-emissies van een auto met vier inzittenden – bijvoorbeeld een gezin op vakantie naar Italië - zijn per persoon ongeveer gelijk aan die bij vervoer per trein of touringcar. CO<sub>2</sub>-emissie van een reis met het vliegtuig zijn (inclusief effecten van niet CO<sub>2</sub>-emissies) tweemaal tot vijf keer hoger dan met een gemiddeld bezette personenauto en wel vier tot acht keer hoger dan een van een reis per touringcar of trein. Zelfs een auto met alleen de bestuurder is milieuvriendelijker dan een vliegtuigreis. Hét grote voordeel van vliegen – snelheid – wordt betaald met milieuverontreiniging.

Ook in het goederenvervoer spelen logistieke omstandigheden een bepalende rol. De zeevaart wordt vaak geroemd om het lage brandstofverbruik per tonkilometer. Maar een zeeschip is vooral zuinig als het schip groot is, en de verbinding niet of nauwelijks langer

gemiddelde vrachtauto's, maar ook hierbij geldt dat factoren als schaalgrootte, voor- en natransport en met name ook de beladingsgraad van grote invloed zijn. Kortom, de prestatie is voor alle modaliteiten sterk afhankelijk van de omstandigheden.

**Omwegfactor**

In de zeevaart is de omwegfactor, dit is de relatieve afstand ten opzichte van wegtransport, van groot belang. Bij transport tussen Rotterdam en Londen is de route over zee relatief kort ten opzichte van een vrachtauto, terwijl de route tussen Rotterdam en Marseille over zee veel langer is dan per vrachtauto. Daarom schieten generieke vergelijkingen vaak te kort, als het om de schoonste modaliteit gaat.

**Luchtkwaliteit**

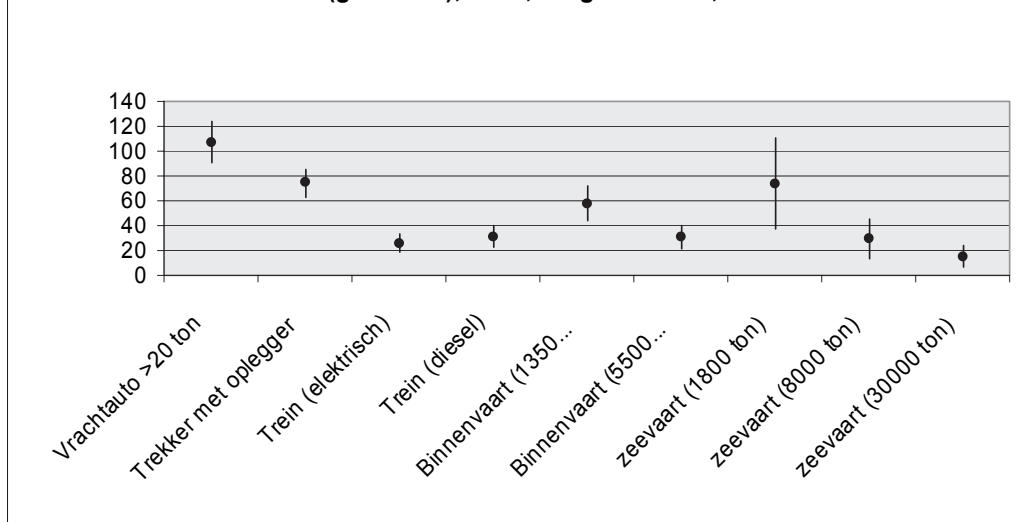
STREAM geeft ook vergelijkingen van NO<sub>x</sub> en PM-uitstoot, zoals in figuur 3 voor het jaar 2020. We zien dat personenauto's dan, meer nog dan nu al, goed scoren ten opzichte van veel andere modaliteiten. Dit is te danken het Europese beleid van emissienormen. De luchtverontreinigende emissies van het wegverkeer zijn de afgelopen decennia sterk gedaald en zullen de komende jaren verder dalen.

dan het alternatief per vrachtauto. Diepzeevaart kent per tonkilometer zeer lage CO<sub>2</sub>-emissies, maar de kleinere schepen die typisch worden gebruikt voor de kustvaart zijn nauwelijks zuiniger dan de trein of de binnenvaart, zoals afgeleid kan worden uit Figuur 2. En het aandeel van de schepen in de klasse 1800 ton op het Nederlands Continentaal Plat, is met meer dan eenderde aanzienlijk. Het mag duidelijk zijn dat voor- en natransport van en naar havens ook brandstof vergt. En tot slot speelt ook de beladingsgraad een belangrijke rol. De stelling dat zeevaart de laagste CO<sub>2</sub> uitstoot kent dient dus op z'n minst genuanceerd te worden. Vervoer per spoor en binnenvaart veroorzaken meestal lagere CO<sub>2</sub>-emissies dan

Voor vervoer over spoor en water is inmiddels ook emissiewetgeving van kracht waarvan de effecten langzaam aan zichtbaar worden.

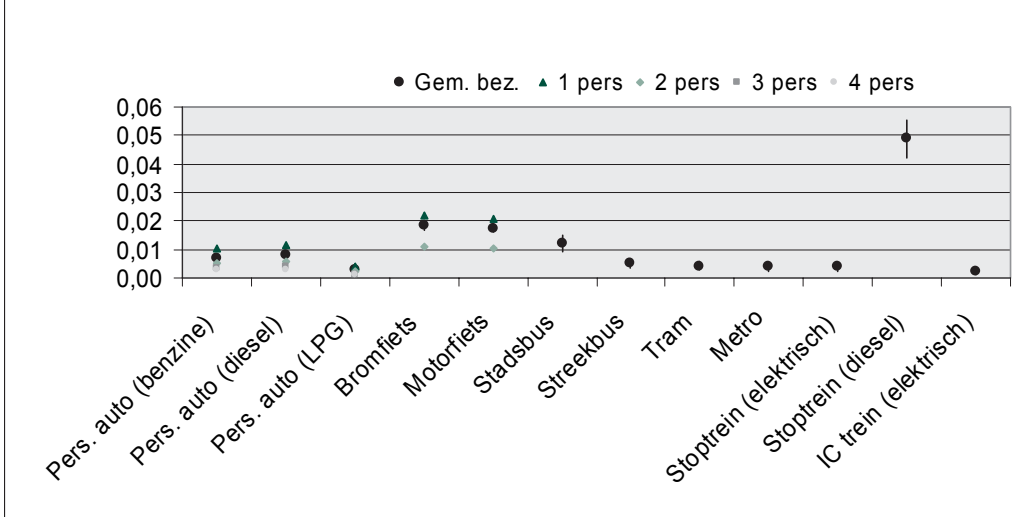
Voor alle modaliteiten zullen de komende vijf jaar aangescherpte normen van kracht worden. Personenauto's worden onder druk van Europese regelgeving zo schoon dat er in 2015 geen verschil meer is in luchtverontreinigende emissie tussen een nieuwe benzineauto en een nieuwe dieselauto. Brom- en motorfietsen zullen qua milieuprestatie naar verwachting relatief slechter gaan scoren, door het vooralsnog uitblijven van aangescherpte emissiewetgeving.

**CO2 (g/ton-km); bulk; lange afstand; 2010**



**Figuur 2** Goederenvervoer: CO<sub>2</sub> emissies per tonkilometer in 2010

### PM10 (g/rz-g-km); korte afstand; daggemiddelde; 2020



Figuur 3 PM<sub>10</sub>-emissies per reizigerkilometer korte afstand in 2020

### Beleidsimplicaties

Naast de modaliteit bepalen schaal-grootte, beladingsgraden, bezettings-graden, emissietechniek, aandrijving, mate van leegrijden en omrijden in sterke mate hoe schoon een reis is, zo laat STREAM zien. Verschuiving van reizigers en tonnen naar andere vervoerswijzen kan milieuwinst opleveren, maar maatwerk is bij de verschuiving geboden, omdat door al deze factoren milieuwinst geen garantie is. Er zijn veel variaties in logistiek en techniek, waardoor de milieueffecten van een verschuiving van de ene vervoerwijze naar de andere vervoerwijze minder eenduidig zijn dan op het eerste gezicht verwacht.

De verwachting is dat elektrisch spoorvervoer (trein, tram, metro) de komende tien jaar de schoonste vervoerswijze blijft.

Voor vervoermiddelen met een verbrandingsmotor geldt dus dat de emissieklasse een grote invloed op de luchtvervuilende emissies heeft. Een reis met een zogenaamde Euro-1 auto ('Euro-x' staat voor een emissie-eis van de Europese Unie) uit het begin van de jaren negentig leidt tot vier tot tien keer hogere luchtverontreinigende emissies dan diezelfde reis met een Euro-5 voertuig, die inmiddels op de markt gekomen zijn.

De data uit STREAM kan van nut zijn voor beleidsmakers bij de overheid maar ook voor individuele bedrijven die de emissies van hun logistieke activiteiten in beeld willen brengen. CE Delft werkt inmiddels binnen het programma Duurzame Logistiek van Connekt aan een methodologie en een calculatietool welke specifiek gericht zijn op goederenvervoerders en verladers en gebaseerd zijn op STREAM. Deze instrumenten moeten bedrijven helpen om op een uniforme en eenduidige manier de emissies in beeld te brengen en reductieopties te identificeren.



De luchtvervuilende emissies van een nieuwe dieselauto zijn in 2015 ongeveer even hoog als van een nieuwe benzineauto.

Als beleidsmakers via 'modal shift' milieuwinst willen behalen, dan zullen ze een zorgvuldige milieuanalyse moeten doen, waarbij STREAM belangrijke informatie kan bieden. In deze analyse zullen twee hoofdvragen moeten worden beantwoord. Zal het beleidsvoorstel werkelijk tot verschuiving van reizigers of goederen van de ene naar de andere modaliteit leiden? Is de modaliteit waar naar wordt verschoven per reizigerkilometer en tonkilometer werkelijk schoner dan de modaliteit waar de reizigers en goederen vandaan komen? Voor het beantwoorden van de eerste hoofdvraag zullen transportmodellen moeten worden ingezet. Bij de beantwoording van de tweede hoofdvraag kan STREAM helpen, omdat het rapport een zeer breed scala aan kengetallen geeft. Niet alleen over de uitstoot per kilometer, maar ook kengetallen voor beladingsgraden, omrijfactoren, et cetera.

STREAM kan ook helpen om te beoordelen in welke richting modal shift zou moeten indien de beleidmaker tegelijk CO<sub>2</sub>-winst wil en winst op het vlak van luchtverontreiniging (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> en SO<sub>2</sub>). Voor al deze vier stoffen zijn namelijk gedetailleerde kengetallen te vinden. Overigens is het belangrijk op te merken dat ervaringen uit het verleden laten zien dat modal-shiftbeleid tot nu toe weinig een succesvolle manier is gebleken om veel milieuwinst in verkeer en vervoer te halen.

Beleid dat erop gericht is specifieke vervoerswijzen schoner te maken heeft soms wel tot grote emissiereductie geleid. Introductie van Europese emissienormen voor onder andere NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> hebben de luchtvervuilende verkeeremissies met tientallen procenten doen dalen, ondanks een forse groei van de mobiliteit.

Op het gebied van broeikasgasemissies zijn er normen in voorbereiding die de CO<sub>2</sub>-emissies van nieuwe personenauto's met zo'n 20% omlaag moeten brengen. Het lijkt de moeite waard – hoe ingewikkeld misschien ook – om ook voor vrachtauto's, goedertreinen, schepen en vliegtuigen te bestuderen of CO<sub>2</sub>-emissienormen mogelijk en effectief kunnen zijn. Het is te verwachten dat dergelijke normen de industrie verder aanzetten tot innovatie. Tegelijk moet worden opgemerkt dat zelfs de voorgenomen normen voor personenauto's niet in staat zijn de absolute groei van CO<sub>2</sub> emissies van transport, welke samenhangt met de enorme groei in mobiliteit, te keren.

#### Beïnvloeden van logistiek en transportvolumes

Naast technische innovatie kan ook verbetering van de logistieke parameters milieuwinst opleveren, zo laat de STREAM-studie zien. Dezelfde hoeveelheid reizigers en tonnen kunnen dan vervoerd worden tegen lagere emissies. Maar hoe krijgt de overheid dat voor elkaar? Opbeladingsgraden, omrijden, voor- en natransporten en andere logistieke kenmerken kan de overheid indirect invloed uitoefenen door het instellen van prijsinstrumenten als emissiehandel, brandstofheffingen en kilometerheffingen. Bovendien kunnen dergelijke instrumenten ook enige rem zetten op de volumegroei.

De uiteindelijke hoogte van de prijs van transport door deze prijsinstrumenten is afhankelijk van de politieke en maatschappelijke wil om alle of sommige maatschappelijke kosten van transport (congestie, milieu, veiligheid, onderhoud van infrastructuur) door te willen berekenen. De Europese Commissie bepleit al sinds jaren dat alle maatschappelijke kosten van transport in de prijs van transport zou moeten zijn verwerkt. In jargon: de Commissie streeft naar het internaliseren van alle externe kosten van transport. Op dit moment ligt er een conceptrichtlijn die lidstaten in staat moet stellen om dit

voor vrachtauto's te gaan invoeren. Voor spoorvervoer is dit, onder voorwaarden, al langer mogelijk.

Wanneer de emissies van transport geplafonneerd worden met de invoering van emissiehandel, kan absolute reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van transport worden afgedwongen. Afhankelijk van de vormgeving van het handelssysteem kunnen vervoerders en reizigers gaan meebetalen aan reductie in andere sectoren, en/of het systeem heeft als resultaat dat het voor vervoerders en verladers loont om de benutting van voertuigen te verbeteren, zuiniger voertuigen te kopen en/of om mogelijk 'modal shift' naar een maatschappelijk goedkopere vervoerwijze te overwegen. Voor reizigers wordt het interessanter om meer samen te reizen en zuiniger auto's te kopen. Op deze manier stimuleert de overheid zuinige modaliteiten en een beter gebruik van voertuigcapaciteit.

Nu moet erkend worden dat het instellen van een systeem van emissiehandel voor transport niet gemakkelijk is. Het inrichten van een dergelijk systeem is complex, zelfs al is het op het niveau van oliemaatschappijen, en het zal gepaard gaan met relatief hoge transactiekosten. Bovendien is het lastig draagvlak te creëren voor beleid dat mogelijk forse prijsverhogingen in transport tot gevolg kan hebben. Desondanks zijn er ideeën om transport op te nemen in een Europees handelssysteem<sup>6</sup>. Voor luchtvaart is dit inmiddels zelfs al geconcretiseerd<sup>7</sup>. Voor andere vervoerswijzen lijkt de weg hier naartoe echter nog lang.

#### Referenties

1. International Transport Forum, Organisation for Economic Co-operation and Development (2008), Introductory Reports to Workshops, Research, Industry and Stakeholders' day 28 May 2008, [www.internationaltransportforum.org](http://www.internationaltransportforum.org)
2. Rietveld, P., B. van Wee (2003), Mythen en feiten: openbaar vervoer en milieu, *Arena*, 9(2003)5, pp. 74 - 77
3. Den Boer, L.C., F.P.E. Brouwer, H.P. van Essen (2008), STREAM – Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten, CE Delft, 2008
4. Van Essen, H.P., O. Bello, J.M.W. Dings, R. van den Brink (2003), To shift or not to shift, that's the question, The environmental performance of freight and passenger transport modes in the light of policy making, CE Delft, RIVM Bilthoven
5. Commission of the European Communities (2008), Impact assessment on the internalisation of external costs, accompanying the proposal for a directive amending Directive 1999/62/EC on the charge of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures (COM(2008)aaa) and a Communication on the internalisation of external costs (COM(2008)bbb), {SEC(2008)ccc}, {SEC(2008)ddd}, Brussels, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT
6. Department for Transport (2007), Road Transport and the EU Emissions Trading Scheme, <http://www.dft.gov.uk/pgr/sustainable/climate-change/euemistrascheme>
7. [http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation_en.htm)