

# Hoe schoon is de zeevaart?

**De IMO heeft in 2008 een belangrijk pakket aan maatregelen vastgesteld om de luchtverontreinigende emissies van de zeevaart te verminderen. Hoe ziet dit pakket eruit en hoe presteert de zeevaart ten opzichte van andere modaliteiten?**

De luchtverontreinigende emissies van de zeescheepvaart zijn relatief groot ten opzichte van de emissies op land. Dit komt omdat emissiewetgeving voor voertuigen en stationaire installaties sinds het begin van de jaren negentig voor een flinke daling hebben gezorgd. Vanwege de internationale context en de daarmee samenhangende complexiteit zijn de emissies van zeeschepen lange tijd buiten schot gebleven. Beleid op het gebied van luchtverontreiniging wordt in de scheepvaart eigenlijk pas sinds de periode 2000-2005 gevoerd, maar eind 2008 is door de IMO voor de eerste maal een serieus pakket aan maatregelen gelanceerd dat de emissies van de zeescheepvaart serieus omlaag moet brengen.

In de landen rondom de druk bevaren zeeën, zoals de Noordzee, zijn de effecten van de zeevaart op land duidelijk meetbaar. Gemiddeld was de bijdrage van de scheepvaart aan de  $\text{NO}_x$ -concentratie op land 8% en de bijdrage aan de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie 4% in 2005. Langs de kust en rond de zeehavens zijn de effecten natuurlijk veel groter dan landinwaarts en op hotspots in havens kan de bijdrage van varende zee- en binnenvaartschepen oplopen tot wel 20%. De bijdrage van de scheepvaart aan de  $\text{SO}_x$ -depositie op land is groot. In 2005 was 20% van de Nederlandse  $\text{SO}_x$ -depositie afkomstig van de scheepvaart. Dit kan verklaard worden door de hoge zwavelpercentages in de scheepsbrandstoffen. Zonder maatregelen

woulden deze bijdragen tot 2020 flink groeien zoals figuur 1 laat zien. De bijdrage van de scheepvaart aan  $\text{CO}_2$ -uitstoot wordt geschat op 3,3% en de recente Second IMO GHG-studie laat zien dat de kans groot is dat dit aandeel door verdere groei van de scheepvaart in de toekomst sterk toeneemt.

## IMO- en EU-regelgeving

In 2008 heeft de IMO een aanscherping van MARPOL Annex VI vastgesteld die de emissies van de zeescheepvaart sterk moet terugdringen. In tabel 1 zijn de maximale zwavelgehalten van scheepsbrandstoffen weergegeven, met de bijbehorende introductiejaren. Het zwavelgehalte van brandstoffen gebruikt in de Emission Control Area (ECA), evenals het zwavelgehalte van de wereldwijd gebruikte brandstof wordt in het komende decennium significant verlaagd. Op dit moment zijn de Noordzee, het Kanaal en de Oostzee door de IMO aangewezen als een Emission Control Area.

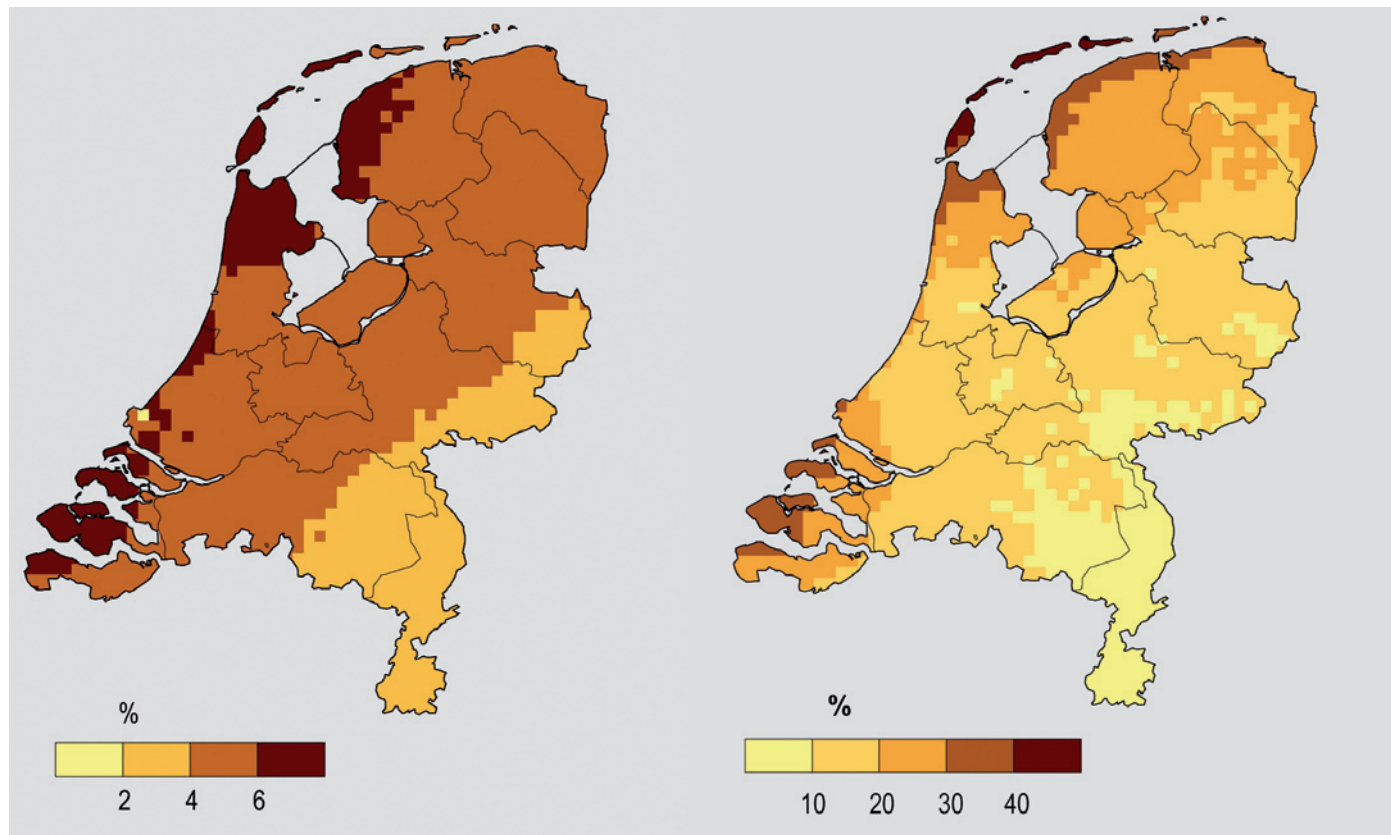
Het zwavelgehalte moet in 2010 van 1,5 naar 1% en in 2015 naar 0,1%. Voor de buiten de ECA gebruikte brandstoffen gaat het maximum zwavelgehalte in 2012 naar 3,5% en op voorwaarde van haalbaarheid in 2020 naar 0,5%.

De stap naar 3,5% zal weinig invloed hebben, aangezien het wereldgemiddelde zwavelgehalte volgens de IMO in 2008 op 2,4% lag. De stappen naar 0,1% in de ECA en de globale stap naar 0,5% zijn echter zeer ambitieus en doortastend te noemen. Beide stappen betekenen feitelijk een overstap naar gedestilleerde brandstof, omdat laagzwavelige blends maar zeer beperkt voorhanden zijn en hoogzwavelige blends niet eenvoudig ontzwaveld kunnen worden vanwege de aanwezige metaalverontreinigingen, of het gebruik van scrubbers. Aan de kade kan vanaf 2010 ook nog enkel gasolie gebruikt worden, als gevolg van het van kracht worden van EU-Richtlijn 2005/33 die een maximum zwavelgehalte van 0,1% voorschrijft voor brandstof gebruikt aan de kade. Een verlaging van de zwavelpercentages gaat niet alleen gepaard met een daling van de uitstoot van  $\text{SO}_2$ , maar ook de uitstoot van fijn stof neemt flink af. Verlaging van het zwavelgehalte van 2,7 naar 1,5% resulteert in grofweg 15-20% minder fijn-stofuitstoot. Een verdere verlaging van het zwavelgehalte naar 0,5% zorgt voor nog eens eenzelfde daling. Ook ten aanzien van de  $\text{NO}_x$ -emissies van nieuwe scheepsmotoren worden de komende jaren vorderingen gemaakt als gevolg van de aanscherping van IMO Annex VI. Sinds 2000 zijn de emissies van

## Luchtverontreiniging en gezondheid

De belangrijkste stoffen die bijdragen aan een slechte luchtkwaliteit zijn fijn stof, zwaveloxiden ( $\text{SO}_x$ ) en stikstofoxiden. Deze stoffen komen vrij bij de verbranding van brandstoffen. Fijn stof (PM) is een verzamelnaam voor allerlei kleine deeltjes in de lucht die kleiner zijn dan 10 micrometer. Stofdeeltjes zijn schadelijk door inademing en ophoping in de luchtwegen. Hoe kleiner de deeltjes, des te groter het risico voor de gezondheid. De belangrijkste bronnen van fijn stof zijn alle vormen van verbranding. De uitstoot van zwaveloxiden draagt bij aan de vorming van fijn stof in de lucht. Fijn stof kan ook een gevolg zijn van overslag van grondstoffen en slijtage van banden en wegen door het verkeer. Vanwege het diepe doordringen in de luchtwegen kunnen fijn-stofdeeltjes veel klachten veroorzaken of verergeren, zoals ontstekingsreacties, bronchitis, hart- en vaatziekten en longkanker. Stikstofoxiden kunnen bijdragen aan kortademigheid en hoesten en bij kinderen een toename van de kans op longziekten veroorzaken.

Eelco den Boer is senior onderzoeker bij adviesbureau CE Delft. Binnen de sector verkeer en vervoer houdt hij zich bezig met de emissies naar de lucht, scheepvaart is één van zijn specialisaties. Hij bestudeert de effecten en kosten van lokale en internationale luchtkwaliteitsmaatregelen voor onder andere overheden, havens en NGO's.



Figuur 1. Bijdrage van de zeescheepvaart aan de concentratie van luchtverontreinigende stoffen in 2020 zonder aanvullend IMO-beleid in 2008: links: particulate matter en rechts: NO<sub>x</sub> (Hammingh et al, 2007)

scheepsmotoren gereguleerd. De emissies zijn afhankelijk van het toerental. Dit betekent dat hulpmotoren een lager emissieniveau moeten hebben dan hoofdmotoren. Per januari 2011 wordt de grenswaarde aangescherpt (Tier II). Dit gebeurt vanaf 2016 opnieuw (Tier III), waarbij de emissies van nieuwe motoren significant lager worden. Voor deze stap is waarschijnlijk SCR (Selectieve Katalytische Reductie)-technologie noodzakelijk. Deze wordt al toegepast op vrachtauto's en wordt de komende jaren ook gebruikt voor diesellocomotieven en naar verwachting ook in de binnenvaart. De Tier III-grenswaarde geldt echter alleen in daarvoor aangewezen gebieden. Op dit moment is er nog geen enkel gebied

aangewezen, maar de Verenigde Staten hebben een ECA-aanwijzing aangevraagd voor de kustzone en in Europa wordt er gestudeerd op zo'n aanvraag.

De IMO heeft hier een elegante oplossing gevonden. Omdat het gebruik van een SCR-katalysator kostbaar is en de economische schade van scheepvaartemissies in verschillende gebieden van de wereld anders is, wordt er gekozen voor een gedifferentieerde aanpak, waarbij landen zelf een aanvraag kunnen doen voor een status als ECA, waar strengere normen gelden dan gemiddeld. Op deze wijze kunnen landen die veel hinder onder-vinden van scheepvaartemissies toch voortgang boeken. Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk om in Nederland aan de Europese eisen voor luchtkwaliteit te voldoen en kunnen bouwprojecten zoals de Tweede Maasvlakte makkelijker doorgang vinden.

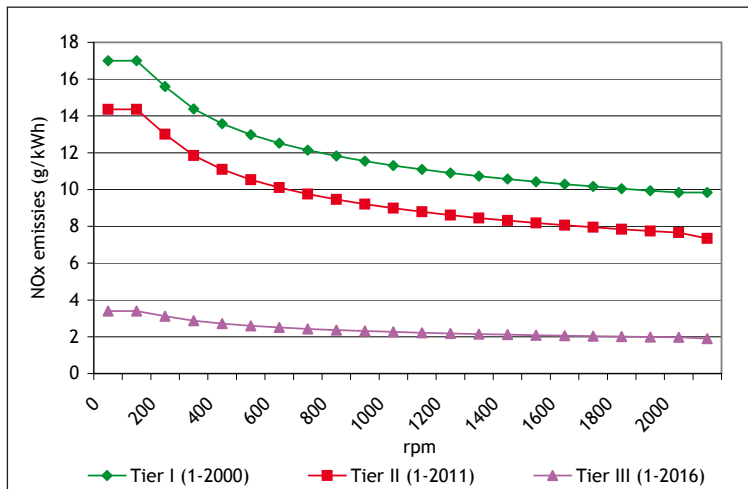
Doordat schepen gemiddeld een levensduur hebben van 25 jaar, neemt de gemiddelde uitstoot van schepen echter maar langzaam af. Wel zijn er sinds 2000 relatief veel nieuwe schepen in de vaart genomen, maar deze schepen vervangen niet altijd een bestaand schip. In 2008 was 63% van de schepen gebouwd voor 2000.

PM-emissies van scheepsmotoren, die zowel afhankelijk zijn van de kwaliteit van de gebruikte brandstof als de motortechniek, zijn niet gereguleerd. Wanneer de kwaliteit van de gebruikte brandstof toeneemt in de toekomst, wordt dit zinvol. Voor scheepsmotoren kan dan net zoals voor motoren in vrachtauto's, treinen en binnenvaart-

Tabel 1. Zwavelgehalten van scheepsbrandstoffen

Datum	Maximum zwavelpercentage (% m/m)	
	SO <sub>x</sub> ECA	Wereldwijd
2005	1,5%	4,5%
2010.07	1,0%	
2012	0,1%	3,5%
2015		0,5% <sup>a</sup>
2020		

<sup>a</sup> – een review in 2018 kan uitstel tot 2025 opleveren



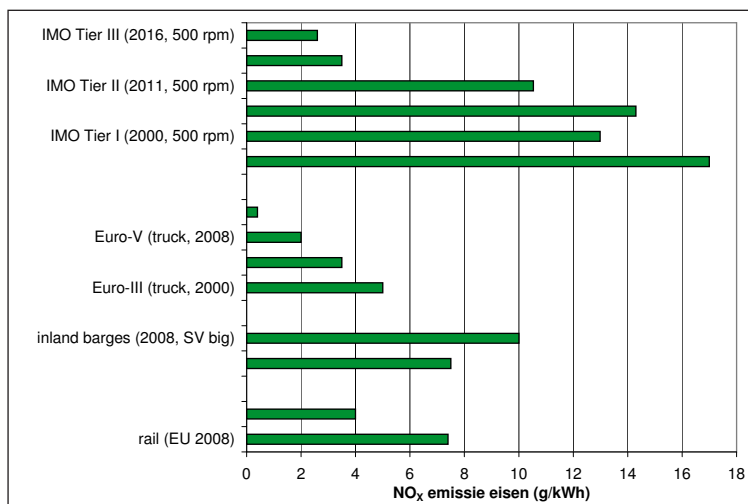
Figuur 2. IMO NO<sub>x</sub>-emissie-eisen voor scheepsmotoren

schepen naast de emissie-eis voor NO<sub>x</sub>, een eis voor PM worden toegevoegd aan IMO Annex VI.

Ook havens maken zich zorgen over de luchtkwaliteit en klimaatverandering. Verenigd in het World Port Climate Initiative ([www.wpci.nl](http://www.wpci.nl)) proberen ze met eigen initiatieven de introductie van schone en zuinige schepen te versnellen. Op basis van de gezamenlijk ontwikkelde Environmental Ship Index (ESI) heeft de haven van Rotterdam inmiddels aangekondigd schone schepen vanaf 2011 korting te geven.

### Vergelijking van brandstoffen

Het vergelijken van de milieuprestaties van verschillende vervoerswijzen is een onderwerp waarvoor ook binnen de maritieme sector altijd veel belangstelling bestaat. Het gaat dan om de vraag welke transportwijze het schoonst is, maar ook welke transportwijze de overheid het meest moet stimuleren (onder andere “Motorways of



Figuur 3. NO<sub>x</sub>-emissie-eisen voor diverse modaliteiten

the Sea”). Een vergelijking kan op verschillende manieren gemaakt worden. We kijken eerst naar de geldende brandstofkwaliteitseisen, vervolgens naar de emissie-eisen en als laatste naar de emissies per vervoerde tonkilometer (één ton over één kilometer). Ondanks dat de IMO een zeer voortvarend beleid heeft gevoerd op het gebied van de maximale zwavelgehalten van brandstoffen, zijn de brandstoffen die het wegverkeer, het spoor en de binnenvaart gebruiken nog altijd minder vervuilend. Vrachtauto’s gebruiken al 10 ppm brandstof en vanaf 2011 maakt ook het spoor en de binnenvaart gebruik van deze brandstofkwaliteit.

### Vergelijking van emissie-eisen

Op het gebied van NO<sub>x</sub>-standaarden leggen scheepsmotoren het af tegen de motoren gebruikt in vrachtauto’s, de binnenvaart en diesellocomotieven. Op dit moment is in Europa voor vrachtauto’s de Euro-V norm van kracht, die meer dan vijf keer schoner is dan een scheepsmotor. De emissies van motoren gebruikt in de binnenvaart en diesellocomotieven liggen hier tussenin. De aanscherping van IMO Annex VI in 2011 brengt hier weinig verandering in. De aanscherping naar Tier III betekent wel een significante verlaging van de emissies, maar dit is enkel verplicht in ECA-gebieden. Het verschil in emissie-eisen kan verklaard worden met het verschil in brandstof en motorkarakteristiek (tweetakt versus viertakt).

### Vergelijking van tonkilometers

Niet alleen de milieukeurmerken, maar ook de logistieke kenmerken van een transport hebben grote invloed op de emissies per tonkilometer. De zeevaart wordt vaak geroemd voor het lage brandstofverbruik per tonkilometer. Maar een zeeschip is vooral zuinig als het schip groot is en de verbinding relatief kort ten opzichte van 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. Een derde van de schepen op het Nederlands Continentaal Plat bestaat uit deze kleine schepen tot 1800 ton. 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. Kortom: naast de modaliteit bepalen ook de schaalgrootte, beladingsgraden, bezettingsgraden, emissietechniek, aandrijving, aandeel van lege transporten en omwegen in sterke mate hoe schoon en zuinig een reis is.

### Omwegfactor

In de zeevaart is de omwegfactor, de relatieve afstand ten opzichte van een wegtransport, van groot belang. Bij transport tussen Barcelona en Genua is de route per 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.

Voor de luchtverontreinigende emissies ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) zijn naast de eerder genoemde factoren ook de emissietechnologie en aandrijving van groot belang voor de milieuprestatie van een vervoerswijze, zoals we ook eerder al zagen. De elektrische trein is om deze reden relatief schoon, omdat elektriciteit relatief efficiënt en schoon wordt opgewekt. Voor vervoersmiddelen met een verbrandingsmotor geldt dat de emissieklasse (Tier I, II, III) een grote invloed heeft op de luchtvervuilende emissies. Waar de zuinigheid van kleinere schepen nog tussen de vrachtauto en de andere modaliteiten in ligt, geldt dit voor luchtverontreinigende emissies niet, omdat de emissies per eenheid van gebruikte energie veel hoger zijn, zoals afgebeeld in figuur 3.

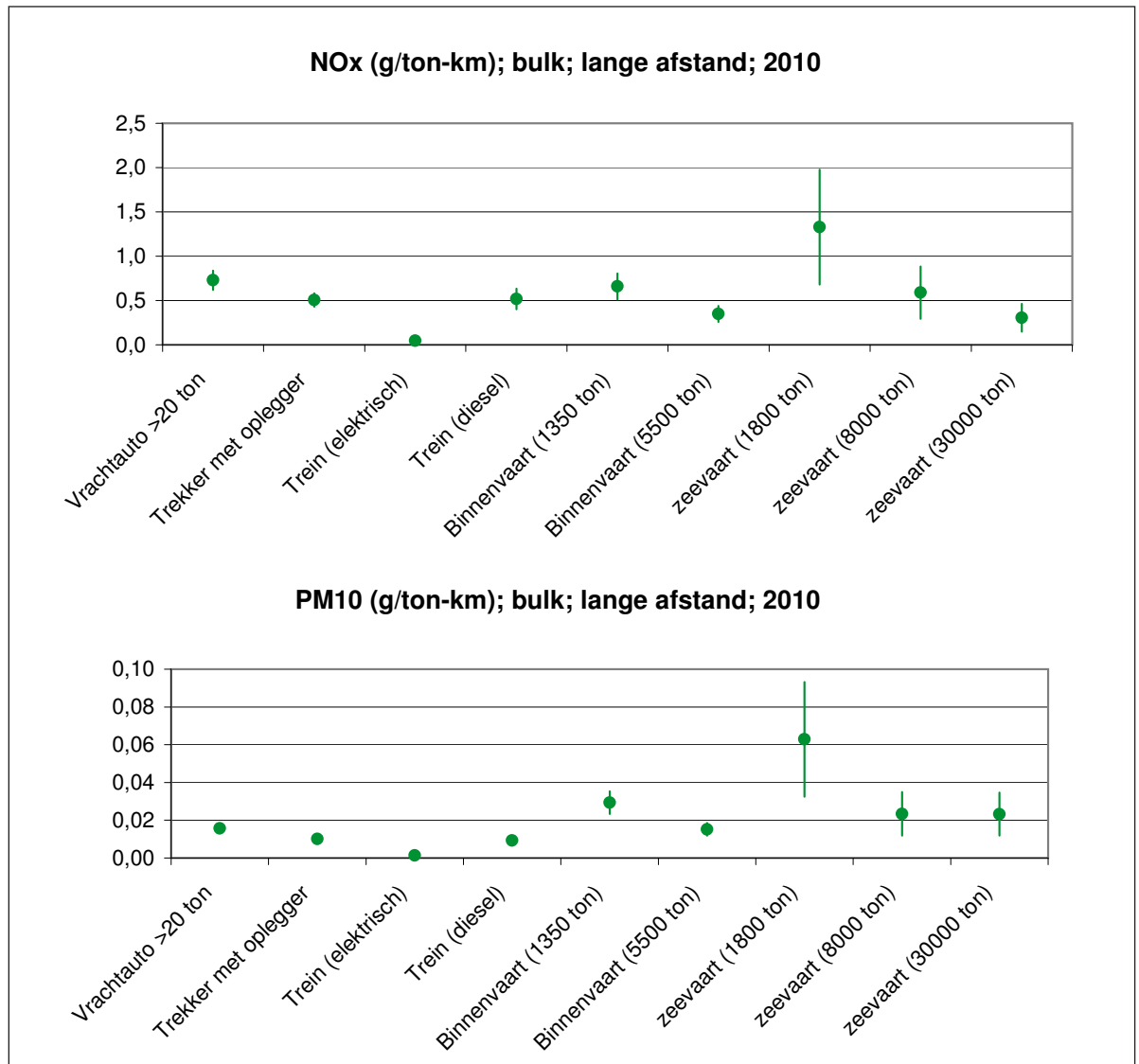
De emissies van  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}$  en  $\text{SO}_2$  zijn gemiddeld, met name voor kleinere schepen, per tonkilometer hoger dan die van vrachtauto's, binnenschepen of locomotieven.

### Conclusie

De IMO heeft met de nieuwe regelgeving een stap voorwaarts gemaakt met de vermindering van de luchtverontreinigende emissies van de scheepvaart, maar vooral de kustvaart komt slecht uit de vergelijking met vrachtvervoer over land.

Het aanwijzen van de Noordzee als  $\text{NO}_x$ -ECA vanaf 2016 is een belangrijke voorwaarde om stappen vooruit te blijven maken en de verschillen met de andere modaliteiten, waar emissies ook nog steeds omlaag gaan, niet groter te laten worden.

De initiatieven van havens om de emissies te verminderen kunnen bijdragen aan het sneller schoner worden van de vloot.



Figuur 4. Emissievergelijking bulkvervoer 2010 (CE Delft, 2008)

### Bronnen

- CE Delft, 2008. STREAM – Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten, L.C. (Eelco) den Boer, F.P.E. (Femke) Brouwer, H.P. (Huib) van Essen, Delft, 2008
- Hammingh et al., 2007. Effectiveness of International Emission Control Measures for North Sea Shipping on Dutch Air Quality. P. Hammingh, et. al., 2007, Environmental Assessment Agency (MNP)

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Vanuit verschillende disciplines werkt CE Delft aan effectieve en haalbare milieuplossingen. Voor meer informatie zie [www.ce.nl](http://www.ce.nl).