

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Stationaire emissies op hotspots

Rapport

Delft, oktober 2006

Opgesteld door: L.J. (Rens) Kortmann
L.C. (Eelco) den Boer
R.J. (Robin) Vermeulen (TNO Automotive)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

L.J. (Rens) Kortmann, L.C. (Eelco) den Boer, R.J. (Robin) Vermeulen (TNO Automotive)
Stationaire emissies op hotspots
Delft, CE, 2006

Verbrandingsmotoren / Auto's / Emissies / Emissievermindering / Maatregelen

Publicatienummer: 06.4285.52

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

Opdrachtgever: Ministerie van VROM.
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Rens Kortmann.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

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

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

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Vraagstelling	3
1.2 Uitgangspunten	3
1.3 Leeswijzer	4
2 Vuistregels voor het stilzetten van de motor	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Methodiek	5
2.3 Analyse per stof	6
2.4 Wegen van de emissiecomponenten	7
3 Bestaande maatregelen en Hot Spots	11
3.1 Bestaande maatregelen	11
3.2 Hotspots van stationair draaiende motoren	12
4 Effect van minder van stationair draaien op knelpunten	15
4.1 Berekeningswijze	15
4.2 Minder stationair draaien bij brugopeningen	15
4.3 Effecten van minder stationair draaien op taxistandplaatsen	17
5 Conclusies en aanbevelingen	19
5.1 Drie minuten wachten – motor uit	19
5.2 Lokale initiatieven geven al aandacht aan hotspots	19
5.3 Effecten op luchtkwaliteit zijn gering	19
5.4 Aanbevelingen	19
Referenties	21
A Methodiek emissieschattingen	25

Samenvatting

Veel burgers ergeren zich aan bestuurders die hun motor onnodig lang laten draaien. De deelnemers aan het project "Publieksagenda en Burgerparticipatie" van het Ministerie van VROM vroegen zich af of de volksgezondheid er bij gebaat is wanneer automotoren minder lang onnodig stationair draaien. CE heeft in samenwerking met TNO twee *hotspots* onder de loep genomen waar veel auto's zijn met stationair draaiende motoren.

Het onderzoek ging uit van eerder werk van TNO. Daaruit bleek dat de uitstoot van vervuilende stoffen verminderd kan worden als de motor tijdelijk uitgezet wordt. Hoe veel minder is echter verschillend per uitgestoten stof. Ook hangt de reductie af van het type motor: Sommige motoren zijn geschikt om tijdelijk uit te zetten, terwijl andere dan juist extra veel uitstoot produceren.

Op basis van de meest recente gegevens is in deze studie een vuistregel opgesteld voor het tijdelijk uitzetten van de motor zodat de uitstoot vermindert. Ook is een scan gemaakt van *hotspots* waar het tijdelijk uitzetten van stationair draaiende motoren een effect kan hebben op de luchtkwaliteit. Ten slotte is met behulp van berekeningen een inschatting gemaakt van dit effect op twee *hotspots*: taxi-standplaatsen en openstaande bruggen. Hiermee kan worden nagegaan of het met het oog op luchtkwaliteit nuttig is om beleid te maken voor stationair draaiende motoren.

Hieronder zijn de conclusies en de aanbeveling weergegeven die volgen uit het onderzoek.

Drie minuten wachten – motor uit

Het tijdsinterval waarna herstarten dezelfde emissies oplevert als stationair laten draaien (het zogenaamde *break-even point*) is afhankelijk van de uitgestoten stof en het motortype. De uitstoot van CO₂ vermindert bijvoorbeeld al met meer dan 90% wanneer de motor een halve minuut of langer wordt stilgezet, maar om de uitstoot van koolwaterstoffen te beperken kan de motor beter blijven draaien.

Op basis van de relatieve schadelijkheid van de verschillende uitgestoten stoffen en de kenmerken van het Nederlandse autopark hebben we een algemene vuistregel afgeleid: drie minuten wachten – motor uit. Deze vuistregel kan verfijnd worden naar het type brandstof waar het voertuig op rijdt en de leeftijd van het voertuig:

- Voor de belangrijkste vervuilende stoffen (PM₁₀ en NO_x) geldt dat het bij dieselveertuigen veel nuttiger is om de motor af te zetten dan bij benzinevoertuigen. Voor de uitstoot van het broeikasgas CO₂ geldt dit onderscheid niet.
- Bij oude voertuigen levert een langere tijd uitzetten meer op dan bij nieuwe voertuigen. Maar kortere tijd (minder dan twee minuten) uitzetten kan juist extra schadelijk zijn in vergelijking met nieuwe voertuigen.

Lokale initiatieven geven al aandacht aan hotspots

Op verschillende manieren wordt al aandacht besteed aan de negatieve effecten van stationair draaiende motoren. Verschillende lokale initiatieven informeren chauffeurs hierover op *hotspots*, zoals openstaande bruggen, spoorwegovergangen, taxistandplaatsen en busstations. De gebruikte maatregelen zijn veelal vrijblijvend van aard. Handhaving vindt slechts op beperkte schaal plaats.

Effecten op luchtkwaliteit zijn gering

Het tijdelijk uitzetten van automotoren leidt tot een lagere uitstoot van het broeikasgas CO₂. Maar de effecten op de luchtkwaliteit zijn gering. CO₂ tast de luchtkwaliteit immers niet aan. Uit onze berekeningen is gebleken dat zowel bij openstaande bruggen als bij taxistandplaatsen de effecten van verminderde stationaire emissies op de luchtkwaliteit klein zijn: de concentraties vervuilende stoffen zoals stikstofdioxide en fijn stof rond de *hotspots* dalen met minder dan een halve procent. Bij openstaande bruggen is echter geen rekening gehouden met het stilzetten van de motoren van zware voertuigen, zoals bussen en vrachtauto's, omdat hierover de benodigde gegevens niet bestaan. Wanneer dit wel wordt meegerekend kan de winst groter zijn.

Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek bevelen wij aan om luchtkwaliteit niet als belangrijkste motief te gebruiken voor mogelijk beleid rond stationaire motoren. Het directe effect hierop is immers gering. Het genereren van aandacht voor de uitstoot van broeikasgassen, verspilling van brandstof en andere negatieve effecten van verkeer lijken betere motieven.



1 Inleiding

Vanuit het project “Publieksagenda en Burgerparticipatie” is de vraag gekomen of er gezondheidswinst geboekt kan worden door het verminderen van onnodig stationair draaien van automotoren. Door TNO is een quickscan uitgevoerd, waaruit geconcludeerd kan worden dat er emissiereductie te boeken valt, afhankelijk van de stof en motortype. Tevens geeft TNO indicaties van invloed van stationair draaien op de luchtkwaliteit. Het blijkt echter dat de effecten van stationaire motoren ten opzichte van de emissies van rijdende auto's in een verkeersstroom gering zijn. Echter op specifieke plaatsen waar auto's veelal stationair draaien, werd geconcludeerd, kan de invloed aanzienlijk zijn. Dit rapport gaat in op het inventariseren van deze specifieke plaatsen en de invloed van stationaire motoren op de luchtkwaliteit in lokale hots spots.

Wanneer blijkt dat op specifieke locaties gezondheidswinst te halen valt, kan de overheid ertoe besluiten om het gedrag van automobilisten te beïnvloeden door bijvoorbeeld het geven van voorlichting, al dan niet vergezeld van dwingende maatregelen en handhaving.

1.1 Vraagstelling

De vraagstelling voor dit onderzoek luidt als volgt:

- Wanneer geeft het milieuverbetering als een stationaire motor afgezet wordt?
- Op welke locaties spelen emissies van stationaire voertuigen een grote rol?
- Wat is de invloed van stationair draaiende motoren op de concentraties luchtvervuilende stoffen op de potentiële locaties voor maatregelen?

Om de eerste vraag te beantwoorden is samengewerkt met TNO. Voor de tweede vraag is gesproken met zeven inhoudelijk betrokken organisaties, zoals DCMR en de Gemeente Amsterdam. Om de derde vraag te beantwoorden zijn berekeningen gedaan die een indruk geven van de orde van grootte van de effecten.

1.2 Uitgangspunten

In het TNO-rapport, dat de grondslag vormt voor dit onderzoek, is aangegeven dat 6% van de emissies het gevolg zijn van stationair draaiende motoren. Slechts een beperkt deel van deze emissies kan vermeden worden, omdat stationair draaien in sommige gevallen functioneel is. Bijvoorbeeld wachtend voor een stoplicht of in stagnerend verkeer, waarbij het niet vooraf vast te stellen valt wanneer er weer gereden kan worden. Daarnaast is er in het TNO-onderzoek geen rekening gehouden met de emissies van herstart, die ervoor zorgen dat er voor korte tijden stopzetten van de motor geen milieuwinst behaald kan worden omdat een herstart ook emissies met zich mee brengt. Het aangegeven percentage emissies als gevolg van herstart is dus geen indicatie voor de mogelijke vermin-

dering van de emissies, die is veel lager. Het project beperkt zich evenals het voorgaande onderzoek tot personenauto's.

Het onderwerp van deze studie is het effect van het tijdelijk stilzetten van motoren, ten opzichte van stationair laten draaien, op de emissies en de concentraties luchtvervuilende stoffen. Daarnaast bestaan andere redenen om automobilisten te wijzen op de negatieve effecten van stationair draaiende motoren. Voorbeelden zijn de verspilling van brandstof en geluidsoverlast. Aan deze effecten besteedt het onderzoek geen aandacht.

1.3 Leeswijzer

In de hierna volgende hoofdstukken worden de genoemde onderzoeksvragen beantwoord. In hoofdstuk 2 wordt een vuistregel opgesteld voor het stilzetten van de motor. Daarna worden bestaande maatregelen rond stationaire motoren geïventariseerd samen met de Hot Spots waar deze worden genomen (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 worden de resultaten gepresenteerd van de berekende effecten van maatregelen op de Hot Spots. Ten slotte trekt hoofdstuk 5 de conclusies van het onderzoek. Het doet tevens een aanbeveling over de motieven waarmee mogelijk beleid rond stationaire motoren zou kunnen worden beargumenteerd.

2 Vuistregels voor het stilzetten van de motor

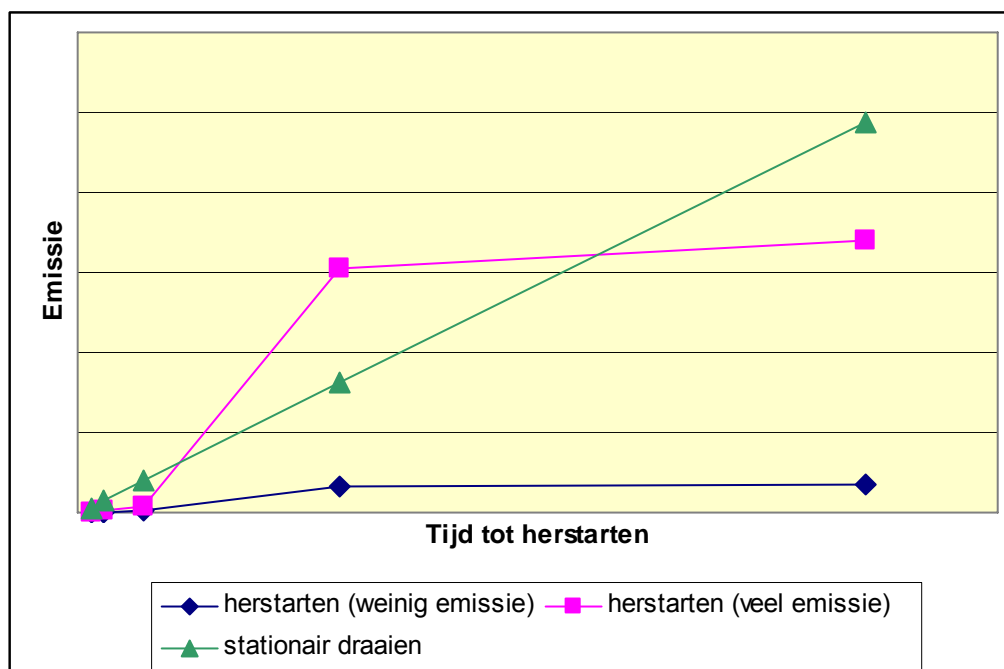
2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk kijken we naar het emissiegedrag van automotoren tijdens stationair draaien ten opzichte van tijdelijk stilzetten van de motor. We brengen de verschillen tussen laten draaien en stilzetten in kaart voor verschillende emissiecomponenten en motortypes. Vervolgens analyseren we de resultaten om een algemene uitspraak te kunnen doen, die voor het beleid bruikbaar is, over het nut van het stopzetten van de motor.

2.2 Methodiek

De emissies van stationaire voertuigen lopen lineair op in de tijd. Met het oog op emissiereductie kan het nuttig zijn om, wanneer een auto gedurende een bepaalde tijd stationair draait, de motor af te zetten en later te herstarten. Door het afkoelen van de motor en opstartemissies kan het herstarten echter tijdelijk hoge emissies geven. Dit speelt zeker een rol bij benzinevoertuigen, waarvan de katalysator afkoelt: een koude benzineauto heeft bij het starten een emissiepiek. In Figuur 1 geven we de emissies van herstarten en stationair draaien schematisch weer.

Figuur 1 Emissies bij stationair draaien en als gevolg van herstart, als functie van de tijd



In de figuur zijn de totale emissies weergegeven als functie van de tijd tot herstarten van de motor (twee curves). Ook zijn de emissies aangegeven die ont-

staan als gedurende hetzelfde tijdsinterval de motor stationair blijft draaien (één curve).

Voor sommige combinaties van motortype en uitgestoten stof zijn de emissies na herstarten altijd lager dan stationair draaien. Een voorbeeld hiervan is de donkerblauwe curve met ruitvormige markering in de bovenstaande figuur; deze ligt geheel onder de groene curve met driehoekige markering (stationair draaien). Voor deze combinatie van motor en stof zorgt het tijdelijk stilzetten van de motor dus altijd voor emissiereductie. In andere gevallen kan het tijdelijk stilzetten echter hogere emissies tot gevolg hebben. Een voorbeeld is de roze curve met vierkante markering; hiervan ligt één waarde boven de curve voor stationair draaien. Bij dit herstartinterval leidt het herstarten van de motor tot meer emissies dan het stationair laten draaien.

Voor het bepalen van de emissies van het tijdelijk stilzetten of het stationair laten draaien van de motor is door TNO-Automotive een methode ('start- en stop-cyclus') ontwikkeld. Hierin worden stoptijden van 1, 2 en 5 minuten en 1 en 3 uur gebruikt. Aan de hand van de resultaten van deze testen konden de emissies van stationair draaien bepaald worden in grammen per uur en de emissies van een herstart in grammen als functie van de tijd tot herstart. De tests zijn uitgevoerd voor verschillen uitgestoten stoffen en verschillende motortypes.

Door de emissies van stationair draaien af te trekken van die bij stilzetten en herstarten van de motor kan de emissiereductie worden bepaald. Door dit voor verschillende herstartintervallen te doen, kunnen de intervallen bepaald worden waarbij het tijdelijk stilzetten van de motor een milieuwinst oplevert.

In bijlage A geven we de complete gevolgde methodiek in detail weer.

2.3 Analyse per stof

Uit de resultaten valt grofweg het volgende af te leiden:

- Al bij een herstartinterval van een halve minuut wordt er significant minder CO₂ geëmitteerd (>90%) dan wanneer de motor stationair draait. Dit is onafhankelijk van het motortype en de brandstofsoort. Hoe langer het herstartinterval, hoe meer CO₂ emissies vrij komen bij de start van de motor. Dit heeft te maken met het afkoelen van de motor. De energie die nodig is voor het opwarmen van de motor komt uit de brandstof. Toch zijn deze herstartemissies lager dan de uitgespaarde emissies door het tijdelijk stilzetten van de motor.
- Voor NO_x-reductie is het voor een nieuwe dieselauto vanaf twee minuten zinvol om de motor af te zetten. Oude dieselmotoren produceren meer NO_x emissies tijdens het stationair draaien dan nieuwe motoren. Voor oude diesels is een herstart daarom bij kortere tijdsintervallen al nuttig. Voor een benzineauto is het niet nuttig om de motor stil te zetten als het gaat om reductie van NO_x-emissies.
- Voor PM₁₀-reductie (fijn stof) is het voor moderne dieselmotoren vanaf twee minuten nuttig om de motor uit te schakelen. Voor oudere diesels is dit mini-



male herstartinterval langer. Dit heeft te maken met de emissiepiek bij herstart van oude dieselmotoren. Overigens is het reducerend effect bij oude dieselmotoren en lange herstartintervallen wel hoger dan bij nieuwe dieselmotoren. Benzinemotoren stoten, in vergelijking met dieselmotoren zeer weinig PM₁₀ uit.

- Voor HC en CO is het tijdelijk stilzetten van de motor is niet nuttig wanneer het herstartinterval minder dan één uur bedraagt.

De uitkomsten van de analyses per stof staan soms haaks op elkaar. Zo zijn voor oude dieselmotoren korte herstartintervallen al nuttig vanuit het oogpunt van NO_x-emissiereductie, terwijl het vanuit het oogpunt van PM₁₀ emissies nuttig is de motor iets langer aan te laten. De uitkomsten ten aanzien van CO₂ en HC/CO zijn ook zeer verschillend. Als we nog éénmaal terug gaan naar Figuur 1, dan volgen HC, CO en NO_x (alleen benzine) de roze curve (vierkante markering): pas bij hele lange herstartintervallen treden emissiereducties op. De stoffen PM₁₀, CO₂ en NO_x (alleen diesel) volgen de donkerblauwe curve (ruitvormige markering): bij korte herstartintervallen – 0,5 tot 5 minuten – treden al emissiereducties op en deze nemen toe als het interval langer wordt.

Om toch tot een algemene uitspraak te kunnen komen over het nut van het tijdelijk stilzetten van de motor, brengen we alle componenten in de volgende paragraaf onder één noemer. Omdat de verschillen tussen diesel- en benzinemotoren op gebied van emissies groot zijn, doen we daar apart uitspraken over.

2.4 Wegen van de emissiecomponenten

Uit de vorige paragraaf bleek dat het optimale herstartinterval afhankelijk is van onder meer de emissiecomponent. Om een algemene uitspraak te kunnen doen over het optimale interval doen we het volgende:

- bij verschillende herstartintervallen bepalen we de stationaire emissies en de emissies van herstart;
- vervolgens berekenen we in beide situaties een gewogen som van alle emissiecomponenten met behulp van schaduwrijzen.

Schaduwrijzen geven een economische waarde aan emissies. Zij zijn een maat voor de schadelijkheid van de emissie of de bereidheid van mensen om de emissie te verminderen. Schaduwrijzen worden aangeduid als Euro's per kilogram of ton emissie. Hoe hoger de schaduwrij, des te schadelijker is de stof voor de menselijke gezondheid en natuur en des te meer mensen bereid zijn te betalen om de uitstoot ervan te verminderen. Door de emissiecomponenten in de TNO-resultaten te wegen met behulp van de schaduwrijzen uit een eerdere CE-studie kunnen de componenten bij elkaar worden opgeteld. De schadelijkste emissies tellen daarbij het meeste mee. Daarna kan een algemene uitspraak worden gedaan over het stilzetten van automotoren. Het gebruik van schaduwrijzen is een methode die in veel eerdere beleidsstudies is toegepast. We gebruiken hier de schaduwrijzen uit de studie "De prijs van een reis" (CE, 2004) die zijn weergegeven in Tabel 1. CO laten we buiten beschouwing, omdat de schaduwrij hiervan zeer laag is.

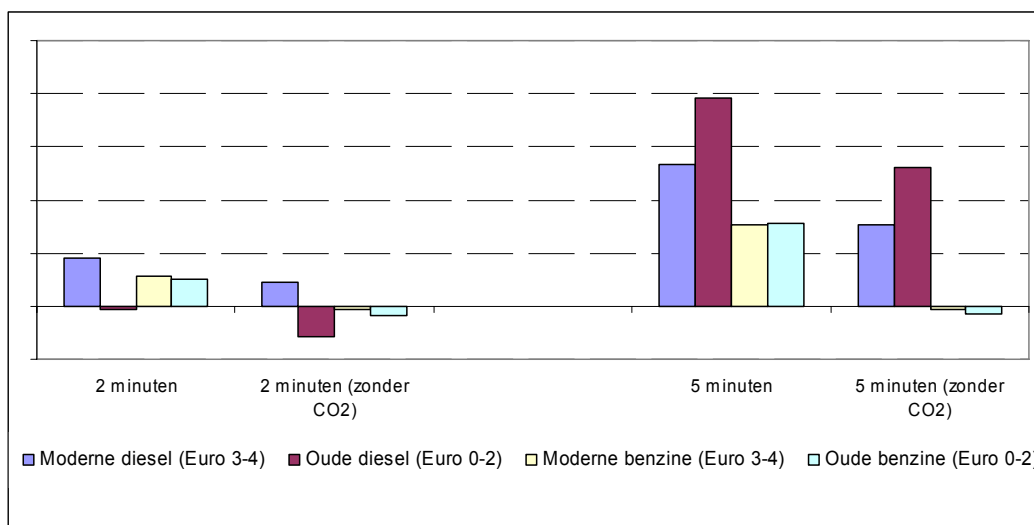
Tabel 1 Schaduwrijzen voor de belangrijkste emissiecomponenten

	Schaduwprijs (€/kg)
CO ₂	0,06
NO _x	13
PM ₁₀	336
HC	7

Bron: CE-studie "De prijs van een reis" (2004).

In Figuur 2 geven we het gewogen milieueffect weer van het verschil tussen het stationair laten draaien en het tijdelijk stilzetten van de motor. We doen dit voor twee herstartintervallen: twee minuten (linker acht balkjes) en vijf minuten (rechter acht balkjes). De balkjes stellen verschillende motortypes voor (combinaties van benzine of diesel en moderne of oude motoren). De eenheden op de verticale as zijn niet weergegeven ter wille van de eenvoud en omdat alleen het teken van de uitkomst van belang is. Als de uitkomst positief is betekent dit dat het tijdelijk stilzetten nuttig is omdat emissiereducties zullen optreden. Is de uitkomst negatief, dan is stilzetten niet nuttig omdat dit juist een extra milieuvervuiling oplevert. In de analyse is voor twee varianten gekozen: met en zonder CO₂. Dit betekent dat in het geval zonder CO₂ alleen wordt gekeken naar luchtverontreiniging, en in het geval met CO₂ ook naar de effecten van tijdelijke stilzetten en stationair draaien op de uitstoot van dit broeikasgas.

Figuur 2 Het gewogen milieuvoordeel van het tijdelijk uitschakelen van de motor



Uit de figuur valt het volgende af te leiden:

- Het omslagpunt ligt in het algemeen eerder in de buurt van twee minuten dan van vijf minuten. Voor de meeste motortypes zijn de effecten bij twee minuten (linker acht balkjes) immers al positief.
- Het omslagpunt ligt voor moderne diesels onder de twee minuten; voor oude diesels tussen de twee en vijf minuten; Dit heeft te maken met het feit dat oude dieselmotoren niet zijn uitgerust met een roetfilter. Bovendien produceren zij

een PM₁₀-piek bij herstart en hogere NO_x-emissies tijdens stationair draaien dan moderne dieselmotoren.

- Als CO₂ buiten beschouwing wordt gelaten levert het tijdelijk stilzetten van de motor bij benzinevoertuigen geen winst op.
- Het wel of niet meenemen van het broeikasgas CO₂ heeft dus veel invloed op de conclusie. Wanneer CO₂ niet wordt meegenomen hebben NO_x en PM₁₀ de grootste invloed (hoogste schaduwprijs en hoogste emissie).

Voor een algemene uitspraak over het stilzetten van de motor kijken we naar het Nederlandse voertuigpark. Dit is gemiddeld vier jaar oud en voor het overgrote deel benzine (80% binnen bebouwde kom) en relatief nieuwe dieselauto's (45% Euro3/4) (CE, 2006a). Op basis hiervan en onze berekeningen schatten we in dat het minimale herstartinterval, vanaf welke een stationair draaiende motor beter stilgezet kan worden, rond de drie minuten ligt.



3 Bestaande maatregelen en Hot Spots

In gesprekken met betrokken organisaties en personen zijn het bestaande beleid en de belangrijkste *hotspots* van stationair draaiende motoren in kaart gebracht.

Hiervoor zijn benaderd:

- Gemeente Amsterdam.
- Milieudefensie.
- Burgerforum VROM.
- DCMR Milieudienst Rijnmond.
- ANWB.
- Provincie Zuid-Holland.
- Provincie Noord-Holland.

Het algemene beeld dat uit de gesprekken ontstond is dat men niet veel effect verwacht op de luchtkwaliteit als automotoren minder lang stationair draaien. Er wordt door de ondervraagde organisaties ook niet veel specifieke aandacht aan gegeven. Milieudefensie ziet beleid op dit gebied bijvoorbeeld niet als een prioriteit, maar zet veel meer in op efficiënte bronmaatregelen.

Als er effecten optreden dan is dit, volgens de geïnterviewde personen, op locaties temidden van dichte bebouwing. Op deze locaties zijn maatregelen ook het beste uitlegbaar aan automobilisten wanneer gezondheid als argument wordt gebruikt. De ANWB geeft aan dat wel de juiste aandacht moet worden besteed aan de marketing: is de toonzetting bijvoorbeeld niet te betuttelend?

3.1 Bestaande maatregelen

Ondanks de bestaande scepsis wordt op verschillende plaatsen toch al het één en ander gedaan om de emissies van stationaire motoren te verminderen. Vaak bestaat dit uit het vrijblijvend informatie verstrekken aan automobilisten. Het bekendste voorbeeld zijn de bordjes "brug open, motor uit" die door het hele land te vinden zijn. Wij geven hier nog drie andere voorbeelden van maatregelen.

In Amsterdam is het bijvoorbeeld in het reglement van het Centraal Station opgenomen dat taxi's die wachten op klanten hun motor moeten uitzetten wanneer dit mogelijk is. Er zijn toezichthouders aangesteld om deze en andere maatregelen uit het reglement te handhaven (bijvoorbeeld een verbod om korte ritten te weigeren). De regel voor stationaire motoren geldt op dit moment alleen op het Centraal Station, maar wordt in het voorjaar van 2007 uitgebreid naar 15 standplaatsen verspreid door de stad.

In Frankfurt worden automobilisten die wachten voor een rood stoplicht aangevoedigd om hun motor uit te zetten. Om ervoor te zorgen dat zij bij groen licht op tijd kunnen weggrijden en geen oponthoud veroorzaken, is een speciaal lampje geplaatst dat aangaat voordat het licht op groen springt.

De *environmental protection agency* (EPA) in de Verenigde Staten heeft een model-wet uitgebracht over stationaire motoren. Individuele staten kunnen het model gebruiken voor hun eigen wetgeving op dit gebied. Het is gebaseerd op bestaande regulering in verschillende staten en stelt bijvoorbeeld een limiet van

vijf minuten voor stationair draaiende motoren van zware voertuigen. EPA werkt niet aan een regulering op federaal niveau.

3.2 Hotspots van stationair draaiende motoren

Er worden door de benaderde organisaties verschillende soorten hotspots van stationair draaiende motoren genoemd. Veel chauffeurs laten daar hun motor om verschillende redenen stationair draaien. Het is immers vaak onzeker wanneer de motor weer moet worden gebruikt. Een andere belangrijke reden is dat verschillende functies worden uitgeschakeld wanneer de motor wordt stilgezet:

- verwarming;
- air conditioning;
- mobiele telefoon (in verband met diefstal);
- navigatiesysteem.

Ten slotte zorgen gemak en gewoontegedrag ervoor dat veel chauffeurs hun motor laten draaien terwijl het voertuig stil staat.

De benaderde organisaties denken dat op de genoemde hotspots het aandeel stationaire emissies kan worden verlaagd door iets aan de genoemde redenen te doen. Grofweg kunnen de hotspots worden samengenomen in drie types locaties: bruggen (en spoorwegen), taxistandplaatsen en busstations.

Bruggen

Nu al worden automobilisten aangemoedigd om voor een openstaande brug hun motor uit te schakelen. Zeker op plaatsen waar drukke wegen en vaarroutes elkaar kruisen kan een openstaande brug voor veel stationaire emissies zorgen. De diensten "Bediening bruggen en sluizen" van de Provincies Noord- en Zuid-Holland geven aan dat brugwachters een gemiddelde brug niet langer dan drie minuten open houden. In extreme gevallen blijft een brug vijf minuten achter elkaar open. Dit gebeurt typisch 35 keer per dag. Spoorwegovergangen zijn in dit opzicht vergelijkbaar met bruggen. Ook daar staat regelmatig een rij voertuigen te wachten.

Het is echter de vraag hoe de stationaire emissies zich verhouden tot de emissies van het rijdende en optrekkende verkeer over een brug of overgang. Deze verhouding geeft aan in hoeverre een maatregel rond stationaire motoren kan bijdragen aan het verbeteren van de luchtkwaliteit. Deskundigen schatten de bijdrage van stationaire emissies aan de luchtkwaliteit bij bruggen laag in. In het volgende hoofdstuk wordt deze inschatting getoetst met een berekening.

Taxistandplaatsen

Bij veel treinstations en andere centrale plekken in steden zijn taxistandplaatsen ingericht waar bijna permanent taxi's wachten op passagiers. Veel chauffeurs houden hierbij hun motor aan. Soms heeft dit een reden, zoals verwarming of air conditioning. Afhankelijk van het type standplaats is het meer of minder nuttig om de motoren uit te zetten tijdens het wachten. In een eerste type standplaats staan taxi's achter elkaar opgesteld. Als de voorste taxi met een passagier weggrijdt sluiten de volgende taxi's aan in de rij. De rij beweegt zich dan als een soort 'rups'. Wanneer zich regelmatig nieuwe passagiers aandienen zullen de taxi's zich dus regelmatig moeten verplaatsen. Omdat de tussenpozen tussen twee verplaatsin-



gen dan vaak kort zijn, zijn er weinig zinvolle mogelijkheden om de motor uit te zetten. Op andere types standplaatsen, waarin taxi's zich tijdens het wachten niet hoeven te verplaatsen, zal het nut van de motor uitzetten veel groter zijn. Toch geven experts van de Gemeente Amsterdam aan dat ook in het 'rups'-systeem er momenten bestaan waarop het zinvol is dat de chauffeurs hun motor uitzetten. In het volgende hoofdstuk zal ook van deze *hotspot* een ruwe berekening worden gemaakt van de effecten op de emissies en de luchtkwaliteit.

Busstations

Busstations (zowel lijndiensten als touringcars) zijn een derde vaakgenoemde *hotspot* van stationaire emissies. Voor verschillende redenen (verwarming, airco, motortechniek, gemak en de macht der gewoonte) houden chauffeurs hun motor vaak aan tijdens het wachten. Op veel grotere busstations worden chauffeurs door middel van bordjes gestimuleerd de motor dan uit te schakelen.

De uitstootkarakteristiek van zware voertuigen zoals bussen verschilt sterk van die van personenauto's. Omdat dit onderzoek zich toespitst op de laatst genoemde categorie kan geen berekening worden gedaan van de effecten op luchtkwaliteit bij verminderd stationair draaien door busmotoren.



4 Effect van minder van stationair draaien op knelpunten

In hoofdstuk 2 hebben we gekeken naar het omslagpunt wanneer het afzetten van de motor niet meer milieuwinst oplevert dan de motor stationair te laten draaien. Dit blijkt rond de drie minuten te liggen, maar is afhankelijk van het type voertuig. In dit hoofdstuk wordt getracht om door middel van een berekening in te schatten welke effecten optreden bij het verminderen van stationaire emissies op een aantal specifieke locaties. Deze zijn de hotspots die geïdentificeerd zijn in hoofdstuk 3.

4.1 Berekeningswijze

Normaliter worden effecten van maatregelen doorgerekend met een model voor luchtkwaliteitsberekeningen. Een voorbeeld is het eenvoudige model CAR dat ook door veel (lokale) overheden wordt gebruikt voor bijvoorbeeld de rapportages luchtkwaliteit aan het Rijk. Zoals bleek in het vorige hoofdstuk schatten experts in dat het hier om zeer kleine effecten gaat. Daarom is het niet mogelijk om een relatief eenvoudig model als CAR te gebruiken. CAR levert namelijk concentratieveranderingen in hele microgrammen, terwijl de effecten worden ingeschat als fracties van microgrammen. CAR levert dus niet de nauwkeurigheid die nodig is voor de berekeningen. Andere, meer gedetailleerde, rekenmodellen bestaan ook, maar deze kunnen alleen worden ingezet door specialisten (vaak de organisaties die het model hebben ontwikkeld). Dit maakt het gebruik van specialistische modellen duurder en langduriger dan het gebruik van een eenvoudig model als CAR. Daarom is besloten enkele grove handmatige berekeningen uit te voeren. Hoewel de resultaten hiervan met enige voorzichtigheid gebruikt moeten worden, geven ze toch globaal aan welke ordegrootte van effecten verwacht kunnen worden.

4.2 Minder stationair draaien bij brugopeningen

Brugwachters proberen de tijd dat een brug open is te beperken tot 3 minuten¹, maar in sommige gevallen en in specifieke situaties kan dit oplopen tot 5-6 minuten. Dit hangt onder andere af van de hoogte van de brug, en de drukte van het scheepvaart verkeer. Dit betekent dat het aantal minuten dat voertuigen wachten voor de brug over het algemeen beperkt zal zijn tot minder dan 3 minuten. Het laatste voertuig dat aanschuift hoeft immers maar een zeer beperkte tijd te wachten.

Voor het berekenen van de effecten op emissies en de luchtkwaliteit hanteren we de vuistregel "Drie minuten wachten – motor uit" die we hebben afgeleid in hoofdstuk 2. Drie minuten de motor uit voor de brug betekent dus een emissiewinst van nul minuten, omdat de herstart gelijk is aan het equivalent van drie minuten stationair draaien. Bij bijvoorbeeld vijf minuten motor uit is de emissie-

¹ Uit telefonisch contact met Wim de Vries en Bert Steegstra, werkzaam bij de afdeling bediening bruggen en sluisen bij Provincie Zuid-Holland en Provincie Noord-Holland. Als voorbeeld noemen we Sebastiaanbrug, Hoornbrug, Kruithuisbrug (allen Delft), Wandelbrug (Rijswijk) en Leegwaterbrug (Alkmaar).

winst twee minuten stationair draaien. De berekeningen zijn verder gebaseerd op de gemiddelde emissiefactoren van personenvoertuigen, de stationaire emissiefactoren van TNO en de gemiddelde samenstelling van het stedelijk voertuigenpark. Na het berekenen van de emissiereducties worden de effecten op de luchtkwaliteit berekend.

In Tabel 2 geven we de relatieve emissiereductie weer die optreedt wanneer personenvoertuigen 3 of 5 minuten hun motor uitschakelen tijdens het wachten voor de brug. In deze berekening zijn vrachtauto's geheel buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2 Relatieve bijdrage van de stationaire emissies als gevolg van wachten voor een brug (als functie van het gemiddelde aantal minuten wachten per voertuig en aantal brugopeningen per dag, %)

	aantal brugopeningen per dag	14		21		28		35	
Gemiddeld aantal minuten in wachtrij									
		NO _x	PM	NO _x	PM	NO _x	PM	NO _x	PM
3		~0%	~0%	~0%	~0%	~0%	~0%	~0%	~0%
5		~1,4%	~0,2%	~2%	~0,3%	~2,7%	~0,4%	~3,4%	~0,5%

Noot: voor de berekening van het aantal keer open per dag is uit gegaan van 14 actieve uren.

De tabel laat zien dat de fijn stof (PM) emissies bij stationair draaien zijn relatief beperkt zijn. Daarom zijn de effecten op PM veel kleiner dan die op NO_x (zie tabel). De oorzaak hiervan is dat fijn stof emissies voornamelijk vrijkomen bij belastingswisselingen (optrekken) wanneer er niet volledige verbranding optreedt. Voor de NO_x-emissies is dit verschil minder groot.

Over het algemeen is de milieuwinst beperkt, omdat de openingstijden van bruggen niet veel langer zijn dan het *break-even point* voor het stilzetten van de motor, namelijk 3 minuten. Als bovengrens voor de emissiereductie van NO_x en PM achten we een wachttijd van 5 minuten en een aantal brugopeningen van 35 het meest realistisch (rechtsonder in de tabel). Dit betekent dat maximaal een vermindering van 3,5% NO_x en 0,5% PM haalbaar is. We tekenen hierbij aan dat het hierbij gaat om openingen die langer duren dan gemiddeld en een groot aantal brugopeningen per etmaal. Bovendien gaan we er hierbij vanuit dat momenteel niemand de motor uitschakelt tijdens het wachten, terwijl dit niet de verwachting is. De getallen moeten daarom gezien worden als bovengrens.

De effecten op de emissies kunnen vertaald worden naar de effecten op de luchtkwaliteit als we de voertuigintensiteit op de brug weten. Met behulp van een eerdere studie kunnen we hieruit de bijdrage van personenauto's aan de luchtkwaliteit afleiden (CE, 2006b). Op een weg waar 20.000 personenvoertuigen per dag rijden is de bijdrage van personenauto's aan de NO₂ concentratie op 10 tot

20 meter van de weg ongeveer $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op een weg waar 10.000 voertuigen per dag rijden is dit ongeveer $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gegeven een maximale NO_x -emissiereductie van 3,5% bedraagt de verbetering van de luchtkwaliteit dus maximaal $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bij een intensiteit van 20.000 personenvoertuigen). Bij 10.000 personenvoertuigen is dit maximaal $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De wettelijk vastgestelde grenswaarde voor NO_2 concentraties bedraagt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De verbeteringen in de luchtkwaliteit op locaties die tegen deze grens aanzitten zijn dus maximaal een halve procent. Als vrachtauto's in de analyse zouden worden betrokken, dan zou het effect naar verwachting ongeveer tweemaal zo groot worden (maximaal 1%). Hiervoor is echter nader onderzoek nodig.

4.3 Effecten van minder stationair draaien op taxistandplaatsen

In het geval van een open brug hebben we gekeken naar de gemiddelde samenstelling van het (stedelijk) wagenpark, omdat dit immers een afspiegeling is van het verkeer dat over een brug rijdt. Van taxi's is bekend dat het om economische redenen veelal om dieselauto's gaat, die relatief jong zijn. Daarom nemen we moderne diesels als uitgangspunt voor de taxistandplaats. Voor moderne diesels ligt het omslagpunt rond de twee minuten (Figuur 2). Dit nemen we als uitgangspunt voor de analyse.

Wachtende taxi's staan over het algemeen opgesteld in een rij. De voorste taxi neemt passagiers mee, de andere taxi's in de rij schuiven een plaatsje op. Wanneer we ervan uitgaan dat gemiddeld 15 tot 25 taxi's staan te wachten, afhankelijk van de grootte van de stad, gedurende 16 uur per dag. Het gaat dan om 240 tot 400 wachtende taxi's per dag. We gaan ervan uit dat alle taxi's de motor gemiddeld éénmaal vier tot tien minuten kunnen uitschakelen. Op basis van het aantal wachtende taxi's en de gemiddelde wachttijd berekenen we de bespaarde emissies als het gevolg van het afzetten van de motor. Onder een kleine stad verstaan we een stad, waarbij 10.000 (5% zwaar verkeer) voertuigbewegingen per dag bijdragen aan de luchtkwaliteit op de taxistandplaats, onder een grote stad verstaan we een stad, waarbij 20.000 voertuigbewegingen per dag bijdragen aan de luchtkwaliteit op de taxistandplaats. In Tabel 3 presenteren we een schatting van de potentiële vermindering van de NO_2 -concentratie als taximotoren zouden worden uitgeschakeld, wanneer dit mogelijk is, waarbij we ervan uit zijn gegaan dat in de referentiesituatie het motoren nooit afgezet worden.

Tabel 3 Vermindering van de verkeersbijdrage aan de concentratie van PM_{10} en NO_x rondom taxistandplaatsen (%)

	Motor afgeschakeld (minuten)	3		5		7		10	
		NO_x	PM	NO_x	PM	NO_x	PM	NO_x	PM
Aantal taxi's per dag									
240 (kleine stad)		~0,3%	~0,0%	~0,8%	~0,1%	~1,3%	~0,2%	~2,1%	~0,4%
400 (grote stad)		~0,2%	~0,0%	~0,7%	~0,1%	~1,1%	~0,2%	~1,7%	~0,3%

De tabel laat zien dat de verkeersbijdrage aan de NO₂-concentratie op de taxi-standplaats 0,3% tot 2% bedraagt en aan de PM₁₀ concentratie 0% tot 0,4%. Dit komt overeen met een bijdrage van minder dan 0,1 µg/m³ (NO₂) of lager (PM₁₀). Op een locatie waar de NO₂-concentratie rond de grenswaarde (40 µg/m³) ligt, is het maximale effect van het stilzetten van stationaire taximotoren dus lager dan een kwart procent.



5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Drie minuten wachten – motor uit

Het tijdsinterval waarna herstarten dezelfde emissies oplevert als stationair laten draaien (*break-even point*) is afhankelijk van de uitgestoten stof en het motortype. De uitstoot van CO₂ vermindert bijvoorbeeld al met meer dan 90% wanneer de motor een halve minuut of langer wordt stilgezet, maar om de uitstoot van koolwaterstoffen te beperken kan de motor beter blijven draaien.

Op basis van de relatieve schadelijkheid van de verschillende uitgestoten stoffen en de kenmerken van het Nederlandse autopark hebben we een algemene vuistregel afgeleid: drie minuten wachten – motor uit. Deze vuistregel kan verfijnd worden naar het type brandstof waar het voertuig op rijdt en de leeftijd van het voertuig:

- Voor de belangrijkste vervuilende stoffen (PM₁₀ en NO_x) geldt dat het bij dieselvoertuigen veel nuttiger is om de motor af te zetten dan bij benzinevoertuigen. Voor de uitstoot van het broeikasgas CO₂ geldt dit onderscheid niet.
- Bij oude voertuigen levert een langere tijd uitzetten meer op dan bij nieuwe voertuigen. Maar kortere tijd (minder dan twee minuten) uitzetten kan juist extra schadelijk zijn in vergelijking met nieuwe voertuigen.

5.2 Lokale initiatieven geven al aandacht aan hotspots

Op verschillende manieren wordt al aandacht besteed aan de negatieve effecten van stationair draaiende motoren. Verschillende lokale initiatieven informeren chauffeurs hierover op *hotspots*, zoals openstaande bruggen, spoorwegovergangen, taxistandplaatsen en busstations. De gebruikte maatregelen zijn veelal vrijblijvend van aard. Handhaving vindt slechts op beperkte schaal plaats.

5.3 Effecten op luchtkwaliteit zijn gering

Uit onze berekeningen is gebleken dat zowel bij openstaande bruggen als bij taxistandplaatsen de effecten van verminderde stationaire emissies op de luchtkwaliteit gering zijn. De concentraties vervuilende stoffen zoals stikstofdioxide en fijn stof rond de *hotspots* dalen met minder dan een halve procent. Bij openstaande bruggen is echter geen rekening gehouden met het stilzetten van de motoren van zware voertuigen, zoals bussen en vrachtauto's, omdat hierover de benodigde gegevens niet bestaan. Wanneer het tijdelijk stilzetten van zware motoren wel wordt meegerekend kan de winst groter zijn.

5.4 Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek bevelen wij aan om luchtkwaliteit niet als belangrijkste motief te gebruiken voor mogelijk beleid rond stationaire motoren. Het directe effect hierop is immers gering. Het genereren van aandacht voor de uitstoot van broeikasgassen, verspilling van brandstof en andere negatieve effecten van verkeer lijken betere motieven.



Referenties

TNO, 2005

R. Smit, R.J. Vermeulen, R.T.M. Smokers, et al.

De effecten van stationair draaiende motoren op emissies van wegverkeer en lokale luchtkwaliteit

TNO Bouw en Ondergrond, TNO rapport 05.OR.VM.036.1/RS, November 11, 2005

TNO, 2006

R.J. Vermeulen, TNO-Automotive

The effects of a range of measures to reduce the tail pipe emissions and/or the fuel consumption of modern passenger cars on petrol and diesel : Technical annex

Wordt naar verwachting gepubliceerd eind oktober 2006

Taakgroep Verkeer en Vervoer, 2004

Klein, et al.

Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland t.b.v. Emissiemonitor, jaarcijfers 2001 en ramingen 2002, rapportagereeks Taakgroep Verkeer en Vervoer : MilieuMonitor Nr. 13, februari 2004

CE, 2006a

M. Singels, L.C. den Boer, L.J. Kortmann

Onderzoekskader SOLVE – Naar een Nota van Uitgangspunten voor de deelprojecten van SOLVE – vertrouwelijk

Delft : CE, 2006

CE, 2006b

J.P.G.N. Klooster, M. Singels, A. Schroten

Lucht in Leiden - Beoordeling van additionele maatregelen ter verbetering van de luchtkwaliteit in Leiden

Delft : CE, 2006



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Stationaire emissies op Hot Spots

Bijlagen

Rapport

Delft, oktober 2006

Opgesteld door: L.J. (Rens) Kortmann
L.C. (Eelco) den Boer
R.J. (Robin) Vermeulen (TNO Automotive)





A Methodiek emissieschattingen

Voor het bepalen van de effecten van het 'stoppen en het herstarten' of het 'laten draaien' van de motor voor de verschillende componenten is door TNO-Automotive een 'start- en stopcyclus' ontwikkeld met verschillende stoptijden van respectievelijk 1, 2 en 5 minuten (TNO, 2006). De cycli zijn gebruikt om op de rollenbank in een emissielaboratorium de uitlaatgasemissies van 4 groepen personenauto's te meten. Aanvullend zijn de emissies gemeten over een periode van stationair draaien. Aan de hand van de resultaten van deze testen konden de emissies van stationair draaien bepaald worden in grammen per uur. De gevonden resultaten zijn gebruikt voor een analyse van het 'stop en herstart' gedrag in relatie tot stationair draaien. De analyse betrof de uitlaatgascomponenten CO, HC, NO_x, CO₂ en het brandstofverbruik. De analyse leverde een duidelijk beeld van het gedrag per emissiecomponent en brandstofsoort. De resultaten van de analyse zijn gebruikt in (TNO, 2005) en hebben geleid tot enkele algemene uitspraken en inzichten.

Voor de onderhavige studie zijn aanvullende analyses uitgevoerd om de effecten voor specifieke situaties te kunnen kwantificeren. Voor dit doel zijn emissiefuncties afgeleid die de meeremissie als gevolg van een herstart geven als functie van de tijd van stilstand met de motor uit. Door het niveau van deze emissies te vergelijken met de emissie van het 'stationair draaien' kan per component een inschatting gedaan worden of en wanneer het uitzetten van de motor gunstige effecten laat zien. Als basis voor de voor de emissiefuncties dienden de resultaten van (TNO, 2006). Dit onderzoeksprogramma leverde slechts resultaten voor stopperiodes van 1, 2 en 5 minuten. Om een inschatting te kunnen doen voor langere periodes van stilstand zijn de emissiefuncties uitgebreid tot een stilstand periode van 1 uur. Voor het niveau van de meeremissie als gevolg van een herstart voor een langere periode zijn de Nederlandse koude start emissiefactoren gebruikt (Taakgroep Verkeer en Vervoer, 2004). De 'koude start' emissiefactoren representeren de *meeremissies* als gevolg van een koude start bij de gemiddelde Nederlandse omgevingstemperatuur van ongeveer 9°C voor rijden in de stad. De *meeremissies* geven dus de extra emissies weer boven op het rijden met een warme motor in de stad. Hiervoor is aangenomen dat de gegeven onderliggende stadsritten die gebruikt zijn voor het bepalen van de koude start *meeremissies* ook representatief zijn voor het wegrijden na een stop van een zekere periode.

Door de emissies van stationair draaien van herstart af te trekken bij verschillende tijdstippen, kan het tijdstip bepaald worden waarop het tijdelijk stilzetten een milieuwinst oplevert voor een bepaalde component. Als de uitkomst negatief is, betekent dit dat stilzetten nuttig is. Is de uitkomst positief, dan is stilzetten niet nuttig maar levert dat juist extra uitstoot op van die component.