

› DE TRUCK VAN DE TOEKOMST

BRANDSTOF- EN CO₂-BESPARING ANNO 2013

TNO innovation
for life

In het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' zijn diverse marktrijpe maatregelen onderzocht waarmee ondernemers binnen de transportsector brandstof kunnen besparen. Deze TNO rapportage kwantificeert de resultaten, zich richtend op brandstofbesparing, terugverdientijd en ervaringen van gebruikers in de praktijk.

› Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/ of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2013 TNO

TRUCK VAN DE TOEKOMST

Het programma Truck van de Toekomst is een initiatief van:

TNO innovation
for life



Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Agentschap NL
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Zie ook www.truckvandetoeekomst.nl

Met ondersteuning van een begeleidingscommissie
bestaande uit:



Agentschap NL
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Dit rapport is gebaseerd op de uitkomsten van het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' dat is uitgevoerd door TNO in samenwerking met verschillende transportondernemingen en leveranciers van brandstofbesparende systemen.

VOORWOORD

› Door de toenemende druk op winstmarges en aldoo-
rijgende brandstofprijzen is de transportbranche steeds
bewuster bezig met CO₂- en brandstofbesparing. Ook
initiatieven zoals het Connekt 'Lean and Green' stimulerings-
programma en het demonstratieprogramma 'Truck van de
Toekomst' verhogen het bewustzijn van daadwerkelijk
gerealiseerde besparingen. De meeste deelnemers aan het
demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' pasten
voor start van het programma al meerdere besparende
maatregelen toe binnen hun vloot. Ook de monitoring van
het brandstofverbruik was vaak al goed op orde. Hierbij
moet wel aangetekend worden dat de deelnemers aan het
programma over het algemeen gezien kunnen worden als
voorlopers in de branche.

Het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' wil
een stijging in effectief gebruik van energie- en brandstofbe-
sparende maatregelen bewerkstelligen. Door ondernemers
van de juiste informatie te voorzien, kunnen zij slim en
effectief brandstof besparen. Middels dit document wordt
inzicht verkregen in de beschikbare maatregelen en in welke
mate deze commercieel interessant zijn. We gaan hierbij
dieper in op de effecten van deze maatregelen op het
brandstofverbruik, de praktische toepasbaarheid en de
kosteneffectiviteit. Alle informatie is gebaseerd op resulta-
ten uit metingen die in de praktijk verricht zijn.

Met dit initiatief ondersteunt het ministerie van
Infrastructuur en Milieu, in samenwerking met TNO,
Agentschap NL en Rijkswaterstaat Leefomgeving de
transportsector bij het verder verschoonen van de branche.



› INHOUDSOPGAVE

› INLEIDING	6
1 INHOUD VAN HET DEMONSTRATIEPROGRAMMA	8
Onderzochte maatregelen en deelnemende transportbedrijven	
Hoe praktijkdemonstraties en metingen leiden tot resultaten	
2 BESPARINGEN, TERUGVERDIENTIJD EN GEBRUIKERSERVARINGEN	12
3 ALGEMENE BESPAARTIPS EN -TRUCS	28
4 DEELNEMENDE BEDRIJVEN EN LEVERANCIERS	32
5 REFERENTIES	34

INLEIDING



ACHTERGROND

Het verduurzamen van het personen- en goederenvervoer en het reduceren van CO₂-uitstoot zijn de afgelopen jaren een centraal aandachtspunt in het kabinetsbeleid geweest. Steeds duidelijker wordt dat duurzaamheid ook kansen biedt aan het bedrijfsleven. Nederlandse bedrijven worden door allerlei initiatieven uitgedaagd tot het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten waarmee zij (internationaal) een positie als koploper kunnen bemachtigen.

Verduurzaming kent daardoor een breed draagvlak binnen de politiek en het bedrijfsleven. Dit wordt onderstreept door het in december 2008 gesloten 'Sectorakkoord mobiliteit, logistiek en infrastructuur 2008 – 2020, Duurzaamheid in beweging'. Het 'Plan van Aanpak Truck van de Toekomst' is één van de bouwstenen in de transitie naar een duurzamere sector verkeer en vervoer.

Het vrachtverkeer over de weg draagt significant bij aan de totale CO₂-uitstoot. Daarom zijn diverse bestaande kansen voor brandstofbesparing en CO₂-reductie belangrijk voor bedrijven om door te voeren. Deze kansen worden op dit moment niet massaal verzilverd wegens onbekendheid van bedrijven met de te treffen maatregelen en onduidelijkheid over effectiviteit, betrouwbaarheid en terugverdientijd in de praktijk. Daarom is het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' uitgerold als één van de maatregelen in het 'Plan van Aanpak Truck van de Toekomst'.

HET PROGRAMMA 'TRUCK VAN DE TOEKOMST'

TNO heeft in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' uitgevoerd. Het demonstratieprogramma liep van oktober 2010 tot eind 2012. De doelstelling van het demonstratieprogramma is het doen toenemen van het gebruik van brandstofbesparende maatregelen in de praktijk. Om dit doel te behalen is een demonstratieprogramma uitgevoerd binnen een brede selectie transportbedrijven. In het programma zijn marktrijpe maatregelen gedemonstreerd



en zijn de effecten op effectiviteit, praktische toepasbaarheid en terugverdientijd geëvalueerd. Door het verspreiden van deze kennis en adviezen die daaruit volgen, kunnen transportbedrijven de kansen verzilveren die beschikbaar zijn om CO₂, brandstof en daarmee geld te besparen.

Binnen het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst' zijn diverse brandstofbesparende maatregelen toegepast bij transportbedrijven en geëvalueerd. Deze maatregelen zijn opgesplitst in de volgende categorieën:

1. Rolweerstand verlagende maatregelen
2. Luchtweerstand verlagende maatregelen
3. ICT-systemen gericht op het verbeteren van zuinig rijgedrag

In deze rapportage worden de resultaten toegelicht.

LEESWIJZER

Deze rapportage dient als bron voor verdere verspreiding van de inzichten die zijn verkregen in het demonstratieprogramma 'Truck van de Toekomst'. Het rapport gaat kort in op de toegepaste onderzoeksmethoden, waarna de verkregen onderzoeksresultaten worden gepresenteerd. Verder geeft het rapport algemene tips en trucs voor transportbedrijven over brandstofbesparing. Tot slot worden de deelnemers aan het programma bedankt voor hun inzet en vertrouwen.

1. INHOUD VAN HET DEMONSTRATIE- PROGRAMMA

THEMA	SYSTEEMTYPE	AANTAL LEVERANCIERS	AANTAL VOERTUIGEN
Rolweerstand verlagende systemen	Lage rolweerstand banden	1	10
	Monitoring bandenspanning (TPMS)	1	57
	Uitlijning	1	17
Luchtweerstand verlagende systemen	Afnetten lege containers	1	40
	Zij-afscherming trailer	1	5
	Aerodynamische spatlappen	1	4
Brandstof-management & ICT	ICT: brandstofmanagement	4	370
Totaal	6	10	503

1.1 ONDERZOCHE MAATREGELEN EN DEELNEMENDE TRANSPORTBEDRIJVEN

In het demonstratieprogramma zijn een zestal lucht- en rolweerstand-verlagende maatregelen geëvalueerd, daarnaast zijn er vier verschillende ICT hulpsystemen geëvalueerd.

De werking van de maatregelen wordt verder toegelicht in hoofdstuk 2.

In totaal zijn er 10 verschillende maatregelen gedemonstreerd op 503 voertuigen van 12 transportbedrijven.

1.2 HOE PRAKTIJKDEMONSTRATIES EN METINGEN LEIDEN TOT RESULTATEN

Het nauwkeurig bepalen van de brandstofbesparing van de maatregelen is complex. Hiervoor kunnen meerdere methoden worden gehanteerd. Tijdens het demonstratieprogramma zijn twee methoden gecombineerd om tot een betrouwbaar resultaat te komen op het gebied van brandstofbesparing, praktische toepasbaarheid en kosteneffectiviteit:

1. Demonstratieprogramma: monitoren van de praktijk

In dit programma zijn de brandstofbesparende maatregelen in de praktijk door transportbedrijven gedemonstreerd. Deze demonstratie levert door verbruiksmonitoring relatief onnauwkeurige inzichten in de behaalde brandstofbesparing. De praktische toepasbaarheid en kosteneffectiviteit kunnen bovendien alleen in deze operationele praktijk worden vastgesteld.

De praktijkmetingen zijn niet in alle gevallen nauwkeurig door veel oncontroleerbare omgevingsfactoren en door vaak kleine hoeveelheden beschikbare data. Om toch zo nauwkeurig mogelijk resultaten te behalen, zijn testvoertuigen en referentievoertuigen gebruikt. Op de testvoertuigen zijn de besparende maatregelen toegepast, de referentievoertuigen zijn voertuigen waarop geen besparende maatregelen zijn toegepast gedurende de testperiode. Daarnaast is er een nulmeting uitgevoerd. Dit is een periode waarin het brandstofverbruik is gemonitord van alle voertuigen, voorafgaand aan de testperiode waarin de maatregelen zijn gedemonstreerd.



2. Nauwkeurige metingen

Naast de praktijkdemonstratie zijn nauwkeurige metingen uitgevoerd op de weg onder gecontroleerde omstandigheden. Dit nauwkeurige meetprogramma is belangrijk, omdat de verschillen in het brandstofverbruik tussen voertuigen onderling in de praktijk vaak groot zijn in relatie tot het effect van de brandstofbesparende systemen. Dit is zelfs het geval, als de voertuigen identiek zijn en bij hetzelfde transportbedrijf met een gelijk inzetprofiel rijden. De nauwkeurige metingen zijn niet uitgevoerd voor de ICT-

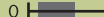
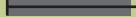
hulpsystemen omdat het effect van rijstijlverbetering over een langere periode moet blijken. Vaak is een bijkomend voordeel van de ICT-hulpsystemen dat deze grote hoeveelheden data registreren en beschikbaar maken voor analyse, waardoor nauwkeurige brandstofbesparingen kunnen worden vastgesteld.

De volgende tabel geeft de kenmerken van de nauwkeurige metingen en het demonstratieprogramma beknopt weer.

KENMERKEN	NAUWKEURIGE METINGEN	DEMONSTRATIEPROGRAMMA
Trucks	1 testtruck (trekker + oplegger) 1 identieke referentietruck 50% belading Automatische geschakeld Cruise control is gebruikt	Meerdere trucks bij diverse transportbedrijven, ca. 2/3 als testtruck en ca. 1/3 als vergelijkbare referentietruck Belading verschilt per rit en per bedrijf
Chauffeurs	Per voertuig één vaste chauffeur, rijstijl is gemonitord	Verschillend per transportbedrijf, rijstijl monitoring verschilt per transportbedrijf
Opzet en duur	Nulmeting (begin en eind): beide voertuigen zonder toegepaste maatregel Test: testtruck met toegepaste maatregel, referentietruck zonder toegepaste maatregel	Nulmeting (2 tot 12 maanden): alle voertuigen zonder toegepaste maatregel Test (10 tot 12 maanden): testtrucks met toegepaste maatregel, referentietrucks zonder toegepaste maatregel
Route	Vaste route (4 ronden van 70km) met diverse wegvakken (stad, buitenweg, snelweg) en wind uit alle richtingen. Gemiddelde snelheid van ca. 70 km/h	Reguliere inzet, testtruck en referentietruck hebben vergelijkbaar inzetprofiel
Monitoring verbruik	Registratie per seconde	Registratie per rit, dag of maand, verschillend per transportbedrijf
Monitoring praktische toepasbaarheid en kosten/baten	n.v.t.	3 keer enquête bij deelnemende transportbedrijven, 1 keer een interview bij deelnemende transportbedrijven
Weersomstandigheden	Zomer, geen regen	Alle jaargetijden
Staat van onderhoud	Beide voertuigen zijn gecheckt, uitgelijnd en nieuwe banden zijn gemonteerd	Verantwoordelijkheid van deelnemende transportbedrijven
Verkeersintensiteit	Laag, metingen zijn buiten de spits uitgevoerd	Alle
Verbruikers	Airco en standkachel uit, verlichting aan	Afhankelijk per rit en transportbedrijf

2. BESPARINGEN, TERUGVERDIENTTIJD EN GEBRUIKERS- ERVARINGEN

2.1 DE RESULTATEN IN ÉÉN OVERZICHT

TNO innovation for life	BRANDSTOFBESPARING		TERUGVERDIENTIJD	GEBRUIKERS- ERVARINGEN
Lage rolweerstand banden	0  10%	2 - 4 %	 0 JAAR	7,7
TPMS	0  10%	0,5 - 2,5 %	 1,5 - 3 JAAR	7,3
Uitlijning	0  10%	0 - 4,5 %	 0,6 JAAR	7,7
Afnetten lege containers	0  10%	3,5 - 5,5 %	 ?	7,8
Zij-afscherming trailer	0  10%	2,7 - 6 %	 0 - 2,2 JAAR	7,8
Aerodynamische spatlappen	0  10%	0,5 - 1,5 %	 1,6 JAAR	7,6
ICT: brandstofmanagement	0  10%	1 - 8 %	 0 - 2,8 JAAR	7,1



2.2 LAGE ROLWEERSTAND BANDEN

Beschrijving maatregel

De eigenschappen van de banden hebben een grote invloed op de rolweerstand van een voertuig. Banden die zijn geoptimaliseerd voor reductie van het brandstofverbruik, zogeheten 'lage rolweerstand banden', zijn in dit onderzoek getest in vergelijking tot 'normale' banden van hetzelfde merk. Deze lage rolweerstand banden zijn doorgaans beschikbaar in varianten voor de sturende as, aangedreven as en de trailer.

Brandstof en CO₂-besparing* van 2 - 4%

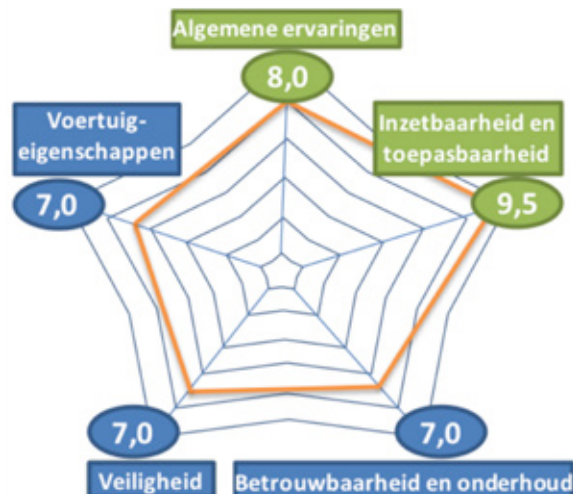
Tijdens het onderzoek is met de lage rolweerstand banden een verbruiksbesparing van 2 - 4% gerealiseerd. De besparing is zowel tijdens de nauwkeurige metingen als tijdens de demonstratie in de praktijk aangetoond. De door TNO vastgestelde besparing van 2 tot 4% komt redelijk overeen met die van andere bronnen, die een besparing van 3 tot 6% vermelden. Bij het vaststellen van de besparing is de referentieband, de standaard band waarmee vergeleken wordt, uiteraard belangrijk omdat er onderlinge verschillen zijn tussen 'normale' banden.

Terugverdientijd 0 jaar

De lage rolweerstand banden hebben geen meerkosten. De banden zijn geoptimaliseerd voor transport over lange afstanden. De kilometerprestatie van de band is afhankelijk van de inzet.

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,7

- De lage rolweerstand banden zijn voor diverse type inzet toepasbaar. De geteste banden zijn wel geoptimaliseerd voor transport over langere afstanden.
- Vermindering van de grip ten opzichte van een reguliere band is mogelijk, dit heeft met name invloed tijdens winterse- en natte omstandigheden.



- Bij een type inzet anders dan lange afstand kan de kilometerprestatie van de band mogelijk veranderen, voor aankoop is het verstandig om dit na te gaan bij de desbetreffende bandenleverancier.

Het deelnemende transportbedrijf heeft zeer goede ervaringen met de toegepaste lage rolweerstand banden. De banden zijn ingezet in distributievervoer. Extra slijtage en een vermindering van grip zijn niet waargenomen. Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het gewogen overal cijfer is een 7,7.

*Aannames

Verbruik 32l/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter



2.3 MONITORING BANDENSPANNING (TPMS)

Beschrijving maatregel

Bandenspanning, brandstofverbruik en klapband-incidenten hebben een directe relatie met elkaar. Het is daarom aan te bevelen om de bandenspanning van zowel het trekkende- als het getrokken materieel met regelmaat te controleren en te corrigeren, ofwel te monitoren. Een bandenspanning monitoring systeem (TPMS) kan daarmee helpen, want dit systeem geeft direct aan wanneer de bandenspanning te laag raakt.

Om het effect van bandenspanning op het brandstofverbruik te bepalen, is tijdens de nauwkeurige metingen het meerverbruik bepaald van het testvoertuig met een onderspanning van 16%. Deze onderspanning is de gemiddelde onderspanning van de Europese vrachtwagen-vloot, zoals blijkt uit literatuur [6] en praktijkdata.

Brandstof en CO₂ besparing* van 0,5 - 2,5%

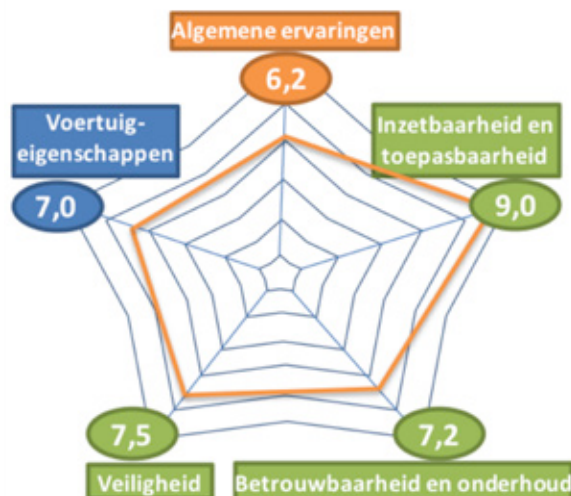
Op basis van de nauwkeurige metingen in combinatie met andere studies blijkt dat een besparing van circa 0,5% op vlootniveau tot circa 2,5% op voertuigniveau haalbaar is.

Tijdens het demonstratieprogramma is er geen brandstofbesparing vastgesteld doordat de bandenspanning reeds gecontroleerd werd voordat het TPMS geïmplementeerd was.

Resultaten van buitenlandse studies komen vaak, maar niet altijd, gunstiger uit dan door TNO verrichte metingen (zie figuur hiernaast).

Terugverdientijd* van 1,5 - 3 jaar

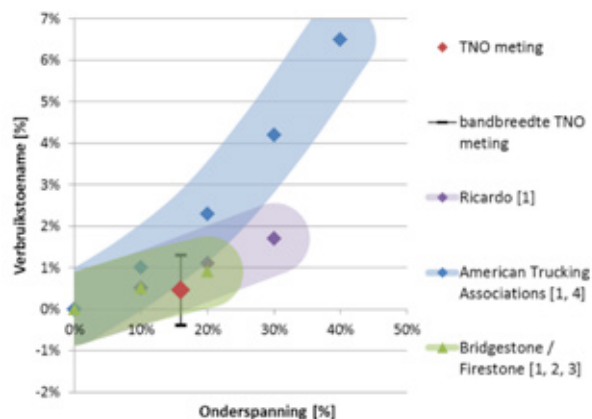
De kosten zijn afhankelijk van het aantal wielen dat wordt uitgerust met TPMS. Voor een motorwagen (2 assen) zijn de kosten ca. € 450,-, voor een trekker-oplegger combinatie (5 assen) zijn de kosten ca. € 1.000,-, de montagekosten zijn niet meegenomen in de berekening. De terugverdientijd is



gebaseerd op de verbruikswinst en de vermindering van het aantal pech-gevallen (bepaald op basis van geleverde informatie van de deelnemende transportbedrijven).

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,3

- Naar verwachting draagt TPMS bij aan uitvalpreventie, vermindering van bandenslijtage en een verhoging van de veiligheid (een forse onderspanning verhoogt de kans op klapbanden [5]).



- TPMS is verkrijgbaar in verschillende gradaties van complexiteit en prijs, de effectiviteit van iedere gekozen toepassing valt of staat echter met de frequentie van controle en het vervolgens tijdig corrigeren van de bandenspanning waar nodig.

De twee deelnemende transportbedrijven zijn tevreden met het systeem. Uitvalpreventie was een belangrijkere reden van aanschaf dan brandstofbesparing.

Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het gewogen overall cijfer is een 7,3. Door de investeringskosten en de niet gerealiseerde brandstofbesparing tijdens de proef, komen de algemene ervaringen op een 6,2 uit.

*Aannames:

Verbruik: 31 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: € 1,26 per liter

Gemiddelde onderspanning: 16%

Exclusief montagekosten



2.4 UITLIJNING AS- EN WIELPOSITIES

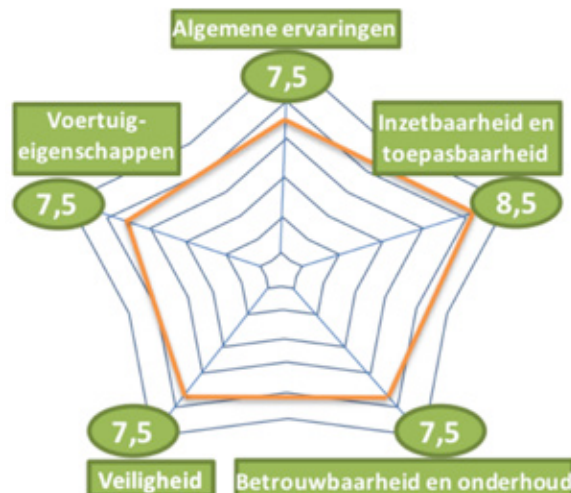
Beschrijving maatregel

As- en wielposities van vrachtwagens en trailers gaan door gebruik van het materieel, en door zware piekbelastingen, afwijken van hun ideale posities. Onderzocht is of de juiste uitlijning van de as- en wielposities een besparende maatregel zou kunnen zijn. Bij dit onderzoek zijn correct uitgelijnde voertuigen vergeleken met voertuigen met afwijkende as- en wielposities.

Brandstof en CO₂ besparing* van 0 - 4,5%

Tijdens het demonstratieprogramma zijn er besparingen vastgesteld, variërend van 4,5% na uitlijning van grotere afwijkingen tot geen besparing na uitlijning van geringe afwijkingen.

Op basis van de nauwkeurige metingen is er een besparing vastgesteld van circa 3% na uitlijning van significante afwijkingen in de as- en wielstanden van alleen een trailer.



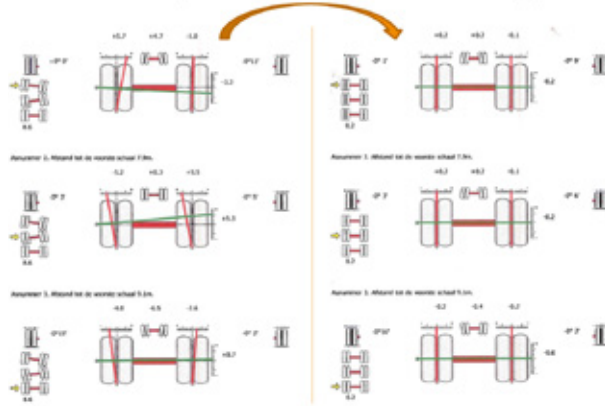
Terugverdientijd* van 0,6 jaar bij een besparing van 3%

De totale kosten voor het opmeten en uitlijnen van een trekker (twee assen) en oplegger (drie assen) zijn circa € 700,- (indien elke as uitgelijnd dient te worden). Uitsluitend het opmeten van de uitlijning kost circa €100,- per trekker of trailer. In de berekening van de terugverdientijd is geen besparing op onderhoudskosten meegenomen (zoals minder bandenslijtage).

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,7

- Het verdient aanbeveling as- en wielstanden elke twee jaar op te meten. Na diagnose kan besloten worden om wel of niet uit te lijnen. Bij kleine afwijkingen zal de verbruikswinst beperkt of nihil zijn, in tegenstelling tot forsere afwijkingen waarbij de verbruikswinst groter zal zijn.
- Bovendien heeft een correcte uitlijning een positieve invloed op bandenslijtage en verlaagt het de kans op pech- en ongevallen, bijvoorbeeld als gevolg van een klapband.
- Uitlijnen van wielen en assen van zwaar trekkend en getrokken materieel is specialistisch werk, waarvoor speciaal gereedschap en expertise vereist zijn.

Wiel- en asposities trailer voor en na uitlijnen



Het deelnemende transportbedrijf heeft zeer goede ervaringen met de uitgelijnde vloot omdat het transportbedrijf zelf de besparing ook terugziet in de verbruikscijfers.

Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het gewogen overall cijfer is een 7,7.

*Aannames

Trekker + oplegger

Verbruik: 31 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter



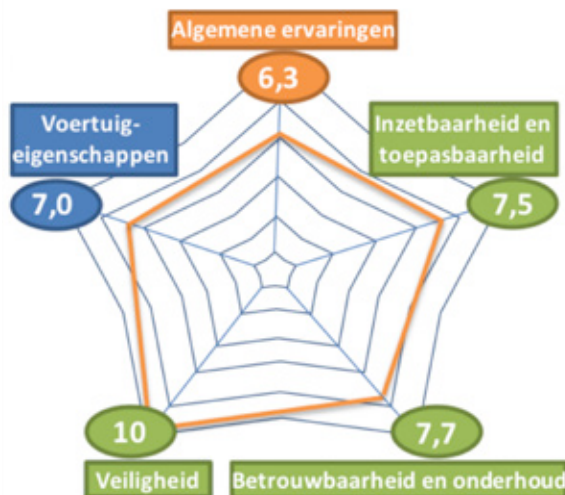
2.5 AFNETTEN LEGE CONTAINERS

Beschrijving maatregel

Om weggebruikers te beschermen tegen 'afvallende lading', moeten gevulde open containerbakken verplicht worden 'afgenet' (afdekken met een fijnmazig net of zeil). Het afnetten van lege open containerbakken is niet verplicht en wordt in de praktijk niet gedaan. Toch is dit mogelijk interessant vanwege een potentiële verbruikswinst die kan worden gehaald.

Omwille van de veiligheid van de chauffeurs zijn er systemen op de markt die chauffeurs ondersteunen bij het afnetten van containerbakken. Hierdoor kost het afnetten minder tijd en wordt het interessanter om ook voor lege ritten de containerbakken af te netten om brandstof te besparen.

In het programma is het effect van afnetten (fijnmazig net) onderzocht door lege afgenette containervoertuigen te vergelijken met lege open containervoertuigen.



Brandstof en CO₂ besparing* tot 5,5% over een lege rit

Op basis van de nauwkeurige metingen is er een besparing van 5,5% over een lege rit vastgesteld. Tijdens het demonstratieprogramma is een besparing van 3,5% vastgesteld over een combinatie van lege en volle ritten. Deze besparing is hoger dan verwacht omdat slechts een klein deel van de ritten leeg en afgenet plaatsvindt. Onnauwkeurigheid van de meting en invloed van externe factoren spelen hoogstwaarschijnlijk een rol. De totale verbruikswinst is sterk afhankelijk van het aantal kilometers dat leeg én afgenet wordt afgelegd op de snelweg.

Terugverdientijd afhankelijk van gebruiksprofiel

De kosteneffectiviteit is sterk afhankelijk van de lege afgenette kilometers (verbruikswinst) en de tijdsduur van het afnetten (loonkosten). De aanschafkosten van een hulpsysteem worden niet meegerekend in de kosteneffectiviteit omdat deze wordt aangeschaft voor de veiligheid van de chauffeurs.

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,8

- Voor het afnetten van lege containerbakken is een hulpsysteem noodzakelijk.
- Afnetten kost tien tot twaalf minuten met een voertuig gerelateerd afnetsysteem. Een containerbak gerelateerd afnetsysteem is sneller, maar dit systeem heeft echter andere praktische nadelen (o.a. schadegevoeligheid bij vaak wisselen).

Het deelnemende transportbedrijf heeft goede ervaringen met het afnetten van lege containerbakken. Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het gewogen overall cijfer is een 7,8. Op algemene ervaringen wordt een 6,3 gescoord omdat de kosteneffectiviteit neutraal lijkt te zijn. Desondanks worden lege containerbakken in het kader van CO₂-besparing nog steeds afgenet bij lange lege ritten.

***Aannames**

Motorwagen + aanhanger

Verbruik: 44 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter

2.6 ZIJ-AFSCHERMING TRAILER

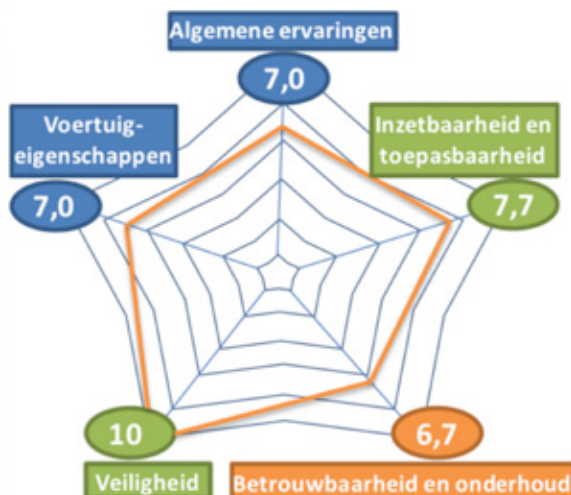
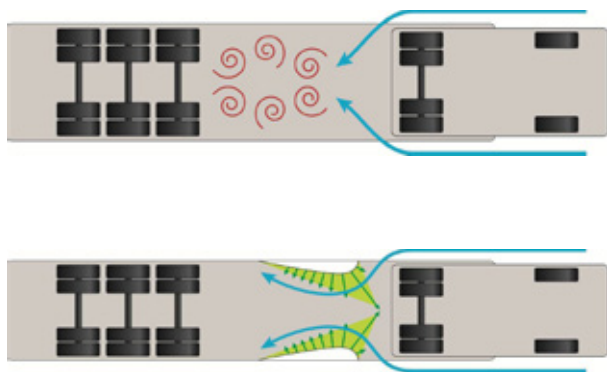
Beschrijving maatregel

De onderzijde van een trailer veroorzaakt een hoge 'aerodynamische drag'. Deze vorm van luchtweerstand draagt flink bij aan de totale luchtweerstand van een vrachtauto. Zij-afscherming van de trailer verlaagt de luchtweerstand langs en onder de trailer. Zeker wanneer deze door aerodynamische experts is vormgegeven om de drag te verlagen.

In het programma is het effect van zij-afscherming onderzocht door ritten van trailers met en zonder zij-afscherming te vergelijken

Brandstof en CO₂ besparing* van 2,7 - 6%

Als gevolg van praktische bezwaren, is de zij-afscherming niet beproefd over de reguliere nauwkeurige metingen. TNO heeft wel ruwe sets meetdata van verschillende testen van de betreffende systeemleverancier gekregen. Deze tests zijn op een circuit verricht. TNO heeft deze data geanalyseerd en een besparing van 3,5% (1,05 L/100km) tot 6% (1,73 L/100km) vastgesteld op kruissnelheid.



Tijdens het demonstratieprogramma is er een besparing vastgesteld van gemiddeld 2,7% (0,82 L/100km). Het deelnemende transportbedrijf rijdt voor het merendeel ritten die grotendeels over snelwegen worden afgelegd.

De verbruikswinst in de praktijk is sterk afhankelijk van het aandeel kilometers over de snelweg, de gemiddelde snelheid van het voertuig en de windkracht.

Terugverdientijd* van 0 - 2,2 jaar bij een besparing van 4%

Inmiddels is het mogelijk om de zij-afscherming te implementeren in het lease-contract van de trailer voor ca. €40,- per maand (bij een lease-contract van 8 jaar, inclusief schades). Er is dan geen sprake van terugverdientijd, de besparing en kosten komen tegelijk, er is dus direct sprake van een kostenbesparing.

Zonder leasecontract zijn de aanschafkosten ca. €3.250,- (inclusief montage), de terugverdientijd is dan circa 2,2 jaar.

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,8

- Er zijn diverse varianten zij-afscherming beschikbaar. Dit verlaagt, afhankelijk van de toepassing, de schadegevoeligheid.
- Het systeem bevordert de veiligheid van kwetsbare medeweggebruikers, omdat de wielen en openingen worden afgeschermd.
- Het systeem vermindert opspattend water.
- Het systeem is nog niet geschikt voor alle vervoerstypen (zoals tanker-oplegger combinaties).

Het deelnemende transportbedrijf heeft goede ervaringen met de zij-afscherming. Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het gewogen overall cijfer is een 7,8. Betrouwbaarheid en onderhoud scoort een 6,7 omdat de trailer gevoeliger voor schade wordt. In de praktijk blijken schades minimaal te zijn, mits de juiste variant is gekozen.

***Aannames**

Verbruik: 30 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter



2.7 AERODYNAMISCHE SPATLAPPEN

Beschrijving maatregel

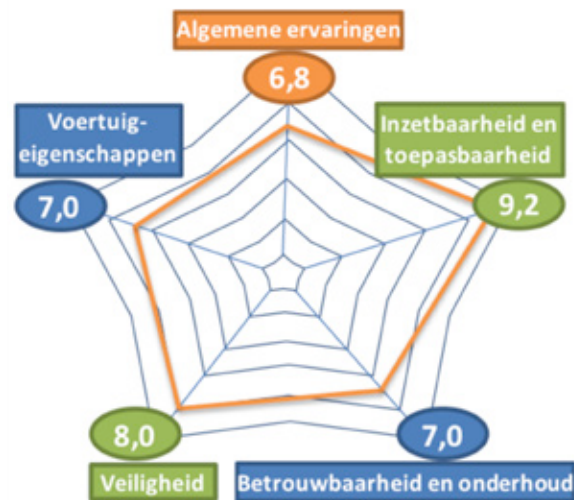
Een deel van de luchtweerstand van een vrachtwagen wordt veroorzaakt door wervelingen achter de wielen.

Aerodynamisch vormgegeven spatlappen bestaan uit lamellen, in plaats van uit een gesloten flap. De lamellen zijn ontwikkeld om opspattend water te reduceren, bijkomstig effect is dat de wervelingen achter de wielen positief beïnvloed worden.

In het programma is het effect van aerodynamische spatlappen onderzocht door de testvoertuigen hiermee uit te rusten, de referentievoertuigen behouden de reguliere spatlappen.

Brandstof en CO₂ besparing* van 0,5 - 1,5%

De nauwkeurige metingen met de aerodynamische spatlappen zijn zowel onder droge als natte weercondities uitgevoerd. In beide gevallen is een verbetering van het verbruik vastgesteld van 0,5 tot 1,5%. De aerodynamische spatlappen zijn op elke as van de trekker en oplegger toegepast. Mogelijk wijkt de besparing af bij een andere configuratie.



Tijdens het demonstratieprogramma is er geen besparing vastgesteld wegens onvoldoende nauwkeurige verbruiksgegevens.

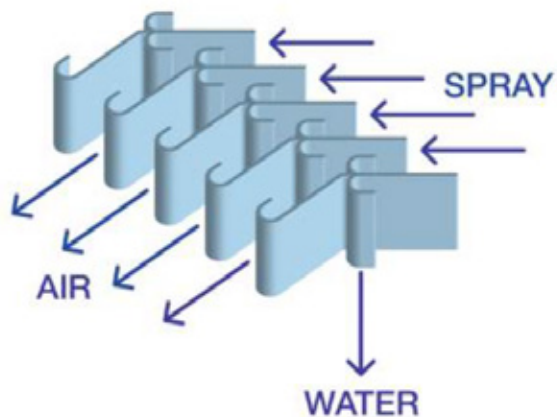
De verbruikswinst is sterk afhankelijk van het aandeel kilometers over de snelweg (hoge gemiddelde snelheid). Hoe meer men over de snelweg rijdt, des te groter de totale besparing.

Terugverdientijd* van 1,6 jaar bij een besparing van 1%

De aanschafkosten liggen rond de € 125,- per as, inclusief montage. In de berekening van de terugverdientijd zijn vijf assen uitgerust met de aerodynamische spatlappen.

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,6

- Door aerodynamisch vormgegeven spatlappen verbetert het zicht van medeweggebruikers bij nat wegdek; de verkeersveiligheid neemt toe.
- Montage op voertuigen die reeds in gebruik zijn is mogelijk, integratie bij nieuwbouw is economisch interessanter.



Het spinnenweb geeft de gebruikservaringen voor diverse onderwerpen aan. Het gewogen overall cijfer is een 7,6. Doordat de brandstofbesparing in de praktijk nauwelijks is vast te stellen (vanwege de relatief kleine besparing), wordt er een 6,8 gescoord op algemene ervaringen.

***Aannames**

Trekker + oplegger

Retrofit montage op alle assen

Verbruik: 30 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter

2.8 ICT-HULPSYSTEMEN

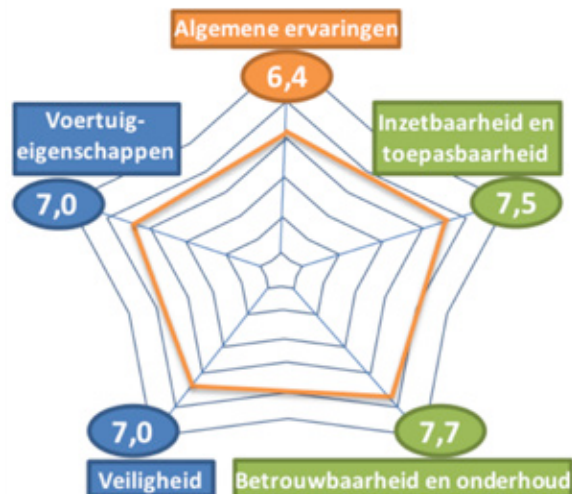
Beschrijving maatregel

De rijstijl van de chauffeur is van grote invloed op het brandstofverbruik. Alleen een training is vaak niet voldoende om de optimale rijstijl langdurig te behouden. Doorgaans valt de chauffeur terug op de conventionele rijstijl. Een ICT-hulpsysteem is er op gericht om de chauffeur frequenter ondersteuning te bieden bij het ontwikkelen van een zuinige en veilige rijstijl en de fleetmanager inzage te geven in de prestaties van de chauffeur.

Er kunnen twee typen systemen worden onderscheiden:

- Indirecte systemen; een analyserapport gaat naar de fleetmanager, deze geeft de chauffeur feedback en/of inzage in de rapportage
- Directe systemen; de chauffeur krijgt direct feedback door een display in de cabine, additioneel gaat er een rapport naar de fleetmanager

Beide systeemtypen zijn in het demonstratieprogramma onderzocht. Het effect van de systemen is gemeten door het verschil in brandstofverbruik en rijstijl langdurig te monitoren voor en na activatie van het systeem.



Brandstof en CO₂ besparing* 1 - 4% op vlootniveau en tot 8% op chauffeursniveau

Op vlootniveau zijn besparingen vastgesteld van 1 tot 4%, Op individueel niveau zijn besparingen tot 8% gevonden. De besparing is uiteraard sterk afhankelijk van de uitgangssituatie, wanneer de chauffeur reeds een economische rijstijl hanteert is de potentiële besparing kleiner.

In het demonstratieprogramma zijn geen besparingsverschillen gevonden tussen directe en indirecte systemen. De besparing is vooral afhankelijk van de mate van aansturing van de chauffeur. Met name voor besparingen op vlootniveau is actieve monitoring en sturing door de fleetmanager noodzakelijk.

Terugverdientijd* van 0 - 2,8 jaar bij een besparing van 4%

Afhankelijk van het systeem liggen de aanschafkosten tussen de € 0,- en € 3.500,- euro per truck. Additioneel komt er een maandelijks bedrag van € 15,- tot € 55,- bij voor de rapportvoorziening en dataverzending m.b.v. GPRS. Bij de duurdere systemen zijn vaak ook planning en administratieve tools geïntegreerd.

Praktische toepasbaarheid en gebruikerservaringen: 7,1

- Actieve aansturing van chauffeurs is noodzakelijk en werpt zeker zijn vruchten af.
- Combinatie met training van de rijstijl is aan te bevelen.
- Onderzoek de combinatie met o.a. planning en administratie tools.
- Goede ondersteuning van de leverancier tijdens de opstartfase is noodzakelijk, maak hierover goede afspraken.

Het spinnenweb geeft de gebruikerservaringen voor diverse onderwerpen aan, het (gewogen) overall cijfer is een 7,1. Op algemene ervaringen wordt een 6,4 gescoord omdat er vaak veel gewinning nodig is in de beginfase en door de soms hoge investeringskosten.

***Aannames**

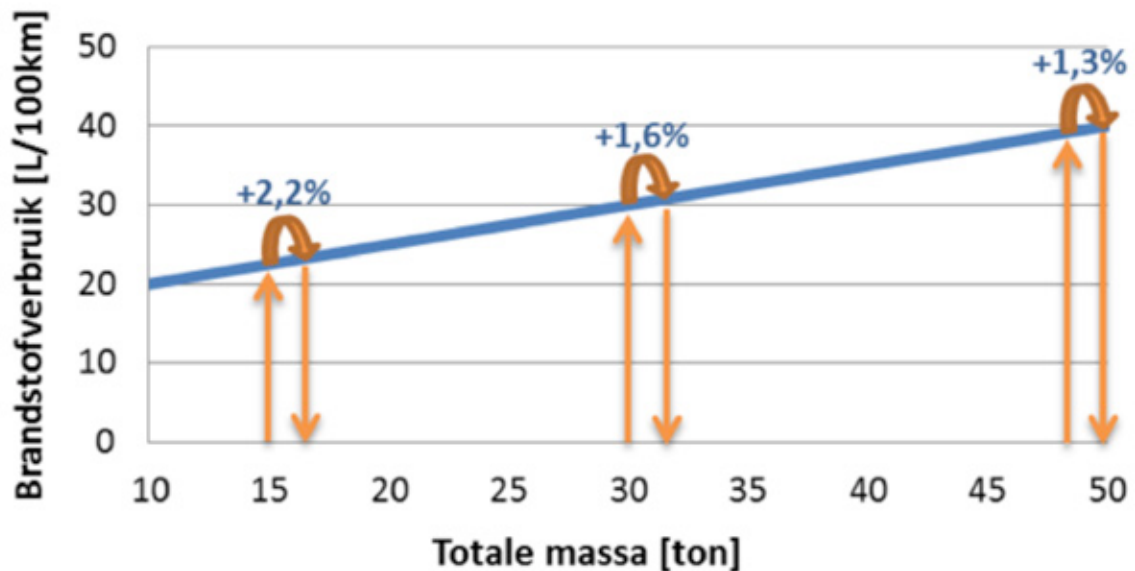
Verbruik: 32 L/100km

100.000 km per jaar

Dieselprijs: €1,26 per liter

3. ALGEMENE BESPAARTIPS EN -TRUCS

VERBRUIKSTOENAME PER TON VOOR EEN VOORBEELDOVERTUIG MET 300 KW MOTORVERMOGEN



3.1 BEÏNVLOEDINGSFACTOREN VAN HET BRANDSTOFVERBRUIK

Reduceer massa van het voertuig

De massa van het voertuig heeft ongeveer een lineaire relatie met het brandstofverbruik. Hoe groter de massa, des te hoger het brandstofverbruik. Bovenstaande grafiek geeft een voorbeeld ter indicatie van de verbruikstoename per ton toegenomen gewicht. Het verdient dus aanbeveling om goed te letten op onnodig gewicht op de voertuigen, een laag gewicht van het voertuig op zich levert direct geld op!

Weersomstandigheden en seizoenen

In het winterseizoen is het brandstofverbruik gemiddeld circa 7% hoger dan in het zomerseizoen. Dit is met name het gevolg van de weersomstandigheden, het gebruik van ruitenwissers, verlichting en dergelijke. Ook de kwaliteit van de diesel verschilt tussen het zomer- en winterseizoen.

Type rit, truck en rijstijl

Het type rit, truck en de rijstijl bepalen voor een groot deel het brandstofverbruik.

3.2 HOE U EENVOUDIG BRANDSTOF KUNT BESPAREN

Rit- en rijstijl-optimalisatie

- Stuur chauffeurs actief aan op een economische rijstijl. Met name de parameters die een relatie hebben tot remmen en uitrollen zijn van grote invloed. Vanzelfsprekend is het gunstig als de chauffeur gebruik maakt van de massa van het voertuig en dus het voertuig veel laat uitrollen.
- Een verlaging van de kruissnelheid van 90 naar 80 km/u kan zorgen voor een verbruikswinst van 6 tot 8%. Het is de overweging waard om een bedrijfspolicy te introduceren op kruissnelheid.

- Optimaliseer routes, probeer hierbij te streven naar een laag dynamische route (optrekken/ afremmen en stops).
- Vermijd onnodig stationair draaien.

Kies een niet te grote motor:

- Kies een motorvermogen dat past bij de toepassing. Een te krachtige motor kan zorgen voor een fors hoger brandstofverbruik dan noodzakelijk.

Minimaliseer onnodige massa:

- Kies een as-configuratie die past bij de toepassing. Een extra as voegt veel massa toe en leidt tot hoger verbruik. Daarnaast leidt het tot hogere kosten door slijtage.
- Indien het gebruik van het voertuig het toelaat; kies voor lichtgewicht constructies.
- Let op dat uw trucks niet teveel onnodige massa meenemen, denk hierbij aan onnodige accessoires, apparatuur in de laadbak, etc.

Verlaag de luchtweerstand:

- Let goed op de juiste afstelling van de dakspoiler. Een juist afgestelde dakspoiler maakt daadwerkelijk verschil.
- Beperk accessoires die de aerodynamische eigenschappen van uw voertuig negatief beïnvloeden.

Zorg uiteraard ook voor vakkundig en regelmatig onderhoud van uw vloot.

3.3 MAATREGELEN UIT HET LAND DER FABELEN

Om u te behoeden voor teleurstellingen, heeft TNO een (niet uitputtende) lijst van maatregelen opgesteld waarvan een verlaging van het brandstofverbruik volgens TNO nooit is aangetoond:

- Waterstofbijmenging; waterstof aan boord produceren en bijmengen bij de reguliere brandstof.
- Apparaten die claimen wervelingen te creëren in de inlaat of claimen de inlaatlucht te behandelen.
- Additieven voor brandstof en motorolie, vooral de resultaten van additieven die in zeer lage hoeveelheden worden bijgemengd zijn twijfelachtig.
- Magneten om de brandstofleidingen of apparaatjes voor in de tank die de brandstof zogenaamd ioniseren.

De reden dat er soms positieve resultaten worden geboekt met deze maatregelen is waarschijnlijk het gevolg van het zogenaamde 'placebo-effect': de chauffeur weet van de toepassing van de maatregel en is daardoor bewuster met het brandstofverbruik bezig. Ga bij dit soort maatregelen altijd na of er een onafhankelijke test heeft plaatsgevonden. Bespreek ook gerust eens uw ervaringen met uw collega's!

TNO heeft de meeste van deze maatregelen in de afgelopen decennia getest, maar echter nooit een significante besparing kunnen vaststellen.



4. DEELNEMENDE BEDRIJVEN EN LEVERANCIERS

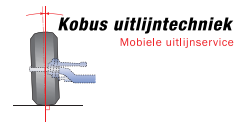
TRANSPORTBEDRIJVEN

TNO bedankt alle deelnemende transportbedrijven voor hun getoonde inzet en gestelde vertrouwen.



SYSTEEMLEVERANCIERS

TNO bedankt alle leveranciers van systemen en materieel voor hun inzet en gestelde vertrouwen



5. REFERENCES



TNO innovation
for life

- › [1] Baker, H. et al., “Review of Low Carbon Technologies for Heavy Goods Vehicles” Ricardo RD.09/182601.7, June 2009.
- [2] Singh Ahluwalia, “Real questions Real answers Tires & Truck Fuel Economy” , The Tire Topic Magazine, 2009, B20131 R8-08 (130M).
- [3] 2011 Firestone Medium and Light Truck Tire Data Book, TE06240003 2-2011 (15M)
- [4] American Trucking Associations, “Tire pressure Monitoring and Inflation”, 5/9/2009, www.truckline.com.
- [5] Robert-Sauvé and Langis Lafrance, Heavy vehicles tire blowout and explosion, March 2009. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST & ASTE).
- [6] <http://www.logistiek.nl/Distributie/transport-management/2008/9/68-procent-trucks-heeft-te-lage-bandenspanning-LOGNWS107047W/>

› COLOFON

TEKST

Pim van Mensch, Willar Vonk en Ruud Verbeek

MET DANK AAN

Gert Jan Prummel, Evert van de Laar, Rob Aarse en Ruben Willems

LAY-OUT

Patswerk, Grafisch ontwerp & illustratie

REDACTIE

Doorgeflipt, Concept & Content





WWW.TRUCKVANDETOEKOMST.NL

WWW.TNO.NL/MOBILITEIT

Pim van Mensch

Consultant Sustainable Transport and Logistics

T +31 (0)88 866 3320

E pim.vanmensch@tno.nl

TNO

TNO verbindt mensen en kennis om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken.

TNO.NL