

## Bijlage

Onze referentie	PS/EH/205046	Onderwerp	Compenserende en mitigerende maatregelen
Uw referentie	520000 1231-2	Datum	26 maart 2020
Project	E20.08	Auteur(s)	Dr. ir. J.P. Schepers

## Maatregelen ter compensatie of mitigatie van de verwachte negatieve verkeersveiligheidseffecten van de vrachtwagenheffing

Dit document vormt een bijlage bij het rapport *De verkeersveiligheidseffecten van vrachtwagenheffing; Verwacht effect bij heffing conform het conceptwetsvoorstel van juni 2019 (Hermens & Schepers, 2019)*, verder benoemd als SWOV-rapport R-2019-18, en is opgesteld naar aanleiding van een aanvullende vraag van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Het kabinet is voornemens om in 2023 een vrachtwagenheffing in te voeren. In het conceptwetsvoorstel van juni 2019 is opgenomen op welke wegen de vrachtwagenheffing zou moeten worden ingevoerd: het 'heffingsnetwerk'. SWOV heeft in 2019 de verwachte verkeersveiligheidseffecten van dat voorstel berekend en beschreven in SWOV-rapport R-2019-18 (Hermens & Schepers, 2019). Schattingen van IenW op basis van het Landelijk Model Systeem (LMS) suggereren dat vrachtauto's door de heffing uitwijken van relatief veilige autosnelwegen binnen het heffingsnetwerk naar (in vergelijking met autosnelwegen) onveiligere provinciale en gemeentelijke wegen. Op basis van een berekening met deze mobiliteitsprognoses verwacht SWOV een toename van circa twee verkeersdoden en vier MAIS2+-slachtoffers (waaronder twee MAIS3+-slachtoffers) per jaar.<sup>1</sup> De *Koepelnotitie effecten vrachtwagenheffing* van het ministerie van IenW (2018) meldt dat de op basis van het LMS verwachte uitwijk van snelwegen naar het onderliggend wegennet de bovengrens aangeeft van mogelijke effecten. Dat geldt navenant ook voor de geschatte verkeersveiligheidseffecten.

Deze bijlage heeft tot doel om antwoord te geven op de vraag van IenW van begin 2020 hoe de verwachte negatieve effecten, zoals gerapporteerd in SWOV-rapport R-2019-18, met compenserende en mitigerende maatregelen voorkomen kunnen worden. Onder compensatie verstaan we verkeersveiligheidsmaatregelen die zowel vrachtauto-ongevallen als andere ongevallen kunnen voorkomen. *Paragraaf 1* beschrijft effectieve compenserende maatregelen die op korte tot middellange termijn geïmplementeerd kunnen worden. We gaan daarbij in op infrastructurele maatregelen, gedragsmaatregelen en maatregelen op het gebied van voertuigveiligheid. Onder mitigatie verstaan we het beperken van de hoeveelheid vrachtverkeer door logistieke efficiency, bijvoorbeeld een betere informatie-uitwisseling tussen transportbedrijven om het aantal ritten met lege vrachtauto's te beperken. De toename van de verkeersprestatie van vrachtauto's op het onderliggend wegennet is daardoor kleiner. *Paragraaf 2* beschrijft een gevoeligheidsanalyse voor de vraag met welk percentage de totale verkeersprestatie van het vrachtverkeer na de invoering van de vrachtwagenheffing zou moeten dalen om te voorkomen dat de verkeersveiligheid verslechtert. In *Paragraaf 3* vatten we de conclusies samen en formuleren we aanbevelingen.



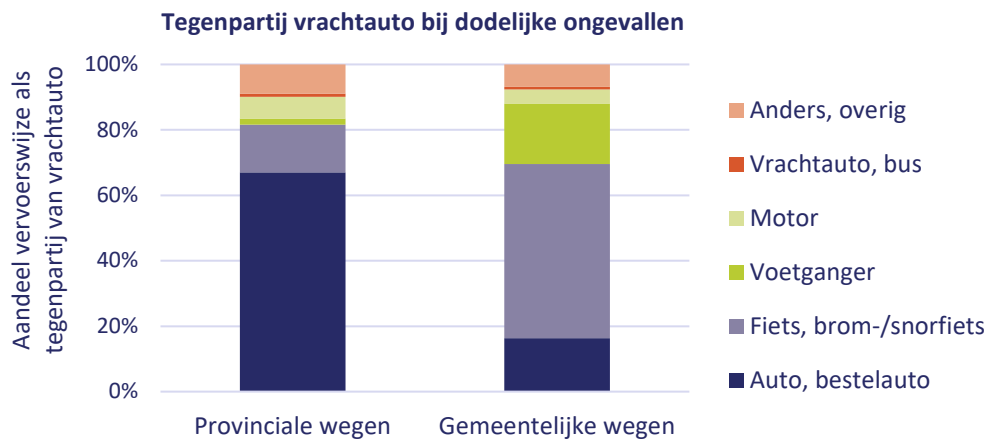
1. AIS, een schaal voor letselernst, staat voor Abbreviated Injury Scale. De schaal loopt van 1 (licht letsel) tot 6 (maximaal). Volgens de Nederlandse definitie is een ernstig verkeersgewonde in een ziekenhuis opgenomen voor letsels met een ernst van minimaal MAIS2. In de Europese Unie rekent men iemand tot de ernstig gewonden bij een letselernst van minimaal MAIS3 (EU, 2017).

## 1. Compenserende maatregelen

De verwachte uitwijk van vrachtauto's kan leiden tot een toename van het aantal ernstige en dodelijke ongevallen op het onderliggend wegennet, waardoor compenserende maatregelen het meest voor de hand liggen op die wegen. Effectieve maatregelen op het hoofdwegennet laten we daarom buiten beschouwing. Voor het zoeken naar maatregelen voor het onderliggend wegennet wordt in *Paragraaf 1.1* gekeken naar kenmerken van vrachtauto-ongevallen op provinciale en gemeentelijke wegen. Vervolgens is gekeken welke maatregelen effectief zijn om die ongevallen te voorkomen. Om de vele mogelijke maatregelen te structureren is naar analogie van de drie 'safety pillars' (veel gebruikt in conceptuele modellen zoals de 'Haddon matrix'; Haddon, 1980) een onderscheid gemaakt naar mens, voertuig en weg. Gezien het doel van deze bijlage beginnen we met maatregelen op het gebied van weginfrastructuur (*Paragraaf 1.2*), en bespreken we vervolgens maatregelen ten aanzien van mens en organisatie (*Paragraaf 1.3*) en voertuig (*Paragraaf 1.4*). Er worden mogelijke maatregelen verkend op basis van literatuur, te weten de huidige SWOV-factsheet Vracht- en bestelverkeer (SWOV, 2016) en literatuur die recent is geïnventariseerd voor het actualiseren van deze factsheet. Daarnaast zijn gerelateerde SWOV-factsheets en rapporten gebruikt.

### **1.1 Kenmerken van dodelijke vrachtauto-ongevallen op het onderliggend wegennet**

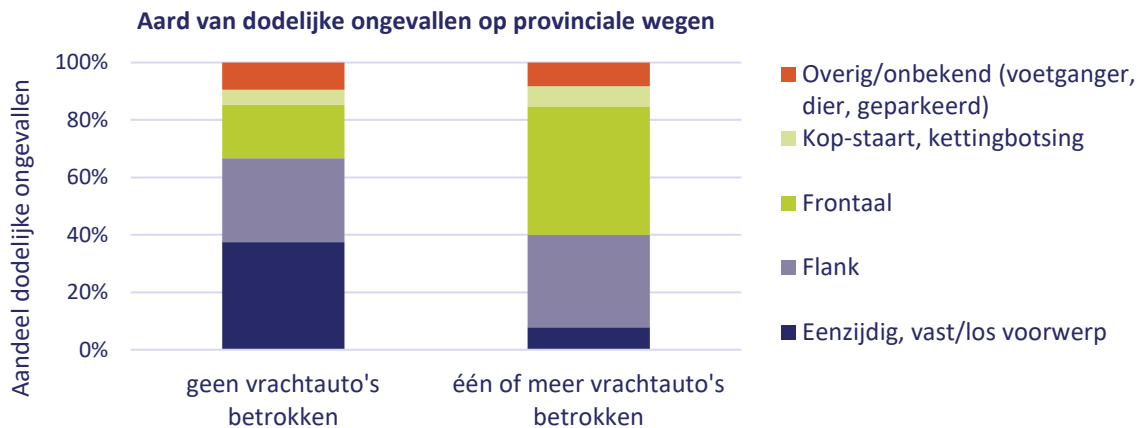
Hieronder gaan we in op kenmerken van dodelijke vrachtauto-ongevallen op het onderliggend wegennet. Van alle doden bij vrachtauto-ongevallen is bijna een derde te betreuren op provinciale wegen en iets meer dan een derde op gemeentelijke wegen (Hermens & Schepers, 2019). Ongevallen waarbij vrachtauto's betrokken zijn, hebben vaak ernstige gevolgen voor de 'tegenpartij' (SWOV, 2016). In *Afbeelding 1* is weergegeven welke vervoerswijzen van 2009 t/m 2018 als tegenpartij zijn geregistreerd bij dodelijke vrachtauto-ongevallen op provinciale en gemeentelijke wegen. Op provinciale wegen zijn bestel- en personenauto's vaak de tegenpartij; op gemeentelijke wegen fietsers, bromfietsers en snorfietsers.



Afbeelding 1. Vervoerswijze die in de verkeersongevallenregistratie (BRON 2009-2018) als tegenpartij is geregistreerd bij dodelijke ongevallen waarbij een vrachtauto als eerste of tweede betrokkene is geregistreerd (SWOV, 2020).

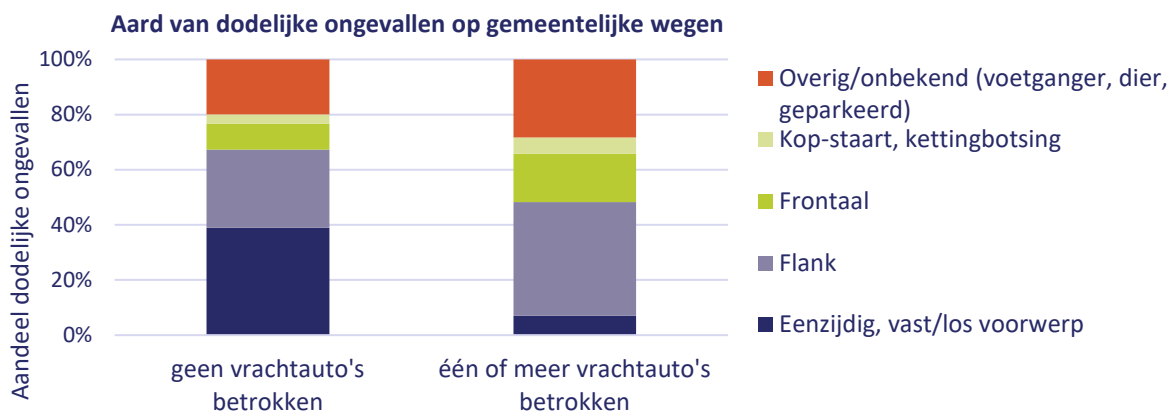
In Afbeelding 2 en Afbeelding 3 is voor provinciale respectievelijk gemeentelijke wegen de verdeling naar de geregistreerde aard van het ongeval weergegeven voor dodelijke ongevallen met en zonder betrokkenheid van vrachtauto's. Op provinciale wegen zijn dodelijke vrachtauto-ongevallen vaak frontaal, bijvoorbeeld als een voertuig te veel buiten de eigen rijstrook komt en daar op een tegenligger botst of bij een inhaalmanoeuvre.

Provinciale wegen zijn vaak gebiedsontsluitingswegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur of regionale stroomwegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur of 100 km/uur. Maten in het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2013) voor het dwarsprofiel van deze gebiedsontsluitingswegen, zoals de breedte van rijkstroken, redresseerstroken, rijrichtingscheiding en obstakelvrije zones zijn internationaal gezien minimaal (Schermers & Van Petegem, 2013). In de CROW-publicatie *Essentiële Herkenbaarheidskenmerken* (EHK) is de minimale variant voor rijrichtingscheiding voorgesteld met een dubbele doorgetrokken as-streep met groene opvulling voor een stroomweg (in principe 100 km/uur als maximumsnelheid) of lege ruimte voor een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom (in principe 80 km/uur als maximumsnelheid) (CROW, 2004). De tussenruimte is minimaal 80 cm breed. Zoals beschreven in het *Handboek Wegontwerp* moet dit bij regionale stroomwegen als tijdelijke oplossing worden gezien die bij grootschalige reconstructie omgezet zou moeten worden in een ontwerp met fysieke rijrichtingscheiding (CROW, 2013). In de praktijk hebben veel regionale stroomwegen nog geen fysieke rijrichtingscheiding.



Afbeelding 2. Aard ongeval bij geregistreerde dodelijke ongevallen (BRON 2009-2018) op provinciale wegen naar betrokkenheid van vrachtauto's (SWOV, 2020).

Op gemeentelijke wegen zijn dodelijke vrachtauto-ongevallen vaak flankongevallen (Afbeelding 3). Daaronder vallen de zogeheten 'dodehoekongevallen': ongevallen met rechts afslaan vrachtauto's en rechtdoor gaande fietsers waarbij een fietser zich in de dode hoek bevond. Jaarlijks vallen er gemiddeld 8-9 doden als gevolg van een dodehoekongeval met een vrachtauto. Ook andere typen oversteekongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers zoals voetgangers lopen ernstig af vanwege het grote massaverschil. De kans op bovengenoemde ongevallen neemt toe als vrachtverkeer uitwijkt over gemeentelijke wegen met veel fietsers en voetgangers.



Afbeelding 3. Aard ongeval bij geregistreerde dodelijke ongevallen (BRON 2009-2018) op gemeentelijke wegen naar betrokkenheid van vrachtauto's (SWOV, 2020).

## 1.2 Infrastructuur

Aansluitend op de ongevalskenmerken die in de vorige paragraaf zijn beschreven, kan een aantal effectieve maatregelen voor het onderliggend wegennet worden geïdentificeerd waarmee ernstige vrachtauto-ongevallen kunnen worden voorkomen.

Voor het voorkomen van frontale ongevallen is de rijrichtingscheiding van groot belang. De minimale inrichting van enkelbaans gebiedsontsluitingswegen met twee rijstroken en een snelheidslimiet van 80 km/uur is een dubbele as-streep met een tussenruimte (tussenruimte tussen de rijrichtingen exclusief as-strepen is minimaal 80 cm breed) (CWOW, 2013). Zoals beschreven in het *Handboek Wegontwerp* moet dit bij regionale stroomwegen als tijdelijke oplossing worden gezien die bij grootschalige reconstructie omgezet zou moeten worden in een ontwerp met fysieke rijrichtingscheiding (CROW, 2013). Aangezien snelheden tot 70 km/uur nog als veilige snelheid kunnen worden beschouwd als er frontale conflicten tussen motorvoertuigen mogelijk zijn (Tingvall & Haworth, 1999), zou een fysieke rijrichtingscheiding ook voor gebiedsontsluitingswegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur helpen om ernstige frontale ongevallen te voorkomen.

Maatregelen die minder direct aan ernstige vrachtauto-ongevallen zijn gerelateerd, maar wel zeer effectief zijn voor verbetering van de verkeersveiligheid op provinciale wegen, zijn het vergroten van de vergevingsgezindheid van bermen en het minimaliseren van het aantal erfaansluitingen, bijvoorbeeld aansluitingen van woningen en bedrijven (Bax et al., 2017). Voor kruispunten kan de aanleg van (turbo)rotondes effectief zijn (Fortuijn, 2013).

In stedelijk gebied helpen investeringen in fietsinfrastructuur om het aantal (dodehoek)ongevallen met vrachtauto's te verminderen (Fietsberaad, 2011; SWOV, 2015):

- Een conflictvrije regeling (scheiding in de tijd) of, indien dat niet mogelijk is, een voorstart voor fietsers en een terugliggende stopstreep voor motorvoertuigen ten gunste van de fietsers zodat die eerder het kruispunt passeren en eerder zichtbaar zijn.
- Vrijliggende fietspaden, bij voorkeur eenrichtingsfietspaden, op minimaal 2 m en liefst 5 m van de voorrangsweg bij voorrangskruispunten zodat de kans klein is dat fietsers zich in de dode hoek bevinden.
- Als er toch fietsstroken worden toegepast is het aan te bevelen om kruispunten met verkeerslichten te voorzien van een OFOS (Opgeblazen Fietsopstelstrook) waar fietsers voor het gemotoriseerd verkeer kunnen wachten en zich daardoor niet in de dode hoek bevinden.

Deze maatregelen zijn ook benoemd als effectieve maatregelen voor veilige (fiets)infrastructuur op gebiedsontsluitingswegen in een recente verkenning van het Kennisnetwerk Strategisch Plan Verkeersveiligheid (Kennisnetwerk SPV, 2019).

## 1.3 Mens en organisatie

Belangrijke factoren die bijdragen aan ongevallen met vrachtauto's zijn vermoeidheid (Goldenbeld et al., 2011; ETSC, 2001), een hoge taakbelasting van de chauffeurs (Hoedemaeker et al., 2010) en afleiding (Olson et al., 2009; Temmerman, Slootmans, & Lequeux, 2016). De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) concludeerde in 2012 dat bedrijven er ten onrechte van uitgaan dat het naleven van de rij- en rusttijden voldoende is om alertheidsproblemen te voorkomen, maar – vooral bij onregelmatige diensten – is deze naleving onvoldoende om vermoeidheid te voorkomen (OVV, 2012). Het gebruik van apparatuur zoals handheld bellen en schermbediening liggen daarnaast hoger bij vrachtautochauffeurs dan bij automobilisten (Rijkswaterstaat, 2017; Van Nes et al., 2019).

De meeste onderzoeken tonen aan dat chauffeurs veiliger rijden als er sprake is van een verbetering van de veiligheidscultuur bij de werkgever en toepassing van schadepreventieprogramma's (Vlakveld et al., 2014; Bax, Goldenbeld, & Korving, 2014). Een mogelijk onderdeel is vermoeidheidsmanagement om factoren in relatie tot vermoeidheid zoals stress en leefstijl te beheersen (OVV, 2012). Met name bij kleine bedrijven is de veiligheidscultuur nog niet goed ontwikkeld en wordt er weinig geïnvesteerd in de opleiding van (jonge) chauffeurs (Mesken, Schoon & Van Duijvenvoorde, 2012).

Handhaving op apparatuurgebruik door vrachtautochauffeurs is lastig door de hooggeplaatste cabines. De politie is daarom gestart om bij grootscheepse controles gebruik te maken van touringcars (Politie, 2018). Als handheld telefoongebruik is geconstateerd wordt een volgauto van de politie gewaarschuwd, waarmee de vrachtautochauffeur staande gehouden kan worden. De effectiviteit van deze nieuwe wijze van handhaving is nog niet onderzocht.

Overige verkeersdeelnemers zijn zich vaak niet goed bewust van de eigenschappen van vrachtauto's zoals de dode hoek. In een evaluatie van twee Nederlandse educatieve programma's om jongeren (10-13 jaar) bewust te maken van de dode hoek van vrachtauto's bleek dat wel de kennis werd vergroot maar nauwelijks het gedrag werd aangepast (Twisk et al., 2013). De effectiviteit van deze voorlichting is onzeker.

#### **1.4 Voertuig**

De belangrijkste voertuigfactor voor de ernst van ongevallen is het massaverschil met andere voertuigen en de vormgeving van de voor- en achterzijde van de vrachtauto (OVV, 2012; SWOV, 2016). Andere factoren zijn klapbanden (OVV, 2012), instabiele of te zware belading van het voertuig (EU-OSHA, 2010).

Om de ernst van ongevallen met vrachtauto's voor de tegenpartij te beperken heeft de Europese Commissie (2020) voertuigeisen gesteld waarmee voorkomen wordt dat voertuigen bij een ongeval onder de vrachtauto's terechtkomen (*front, rear, side underrun protection*). Klapbanden kunnen ontstaan door contact met bijvoorbeeld een stoeprand of door oververhitting door te lage bandenspanning en overbelading. Rijkswaterstaat doet een proef met een 'bandenspanningsmeetscherm' waarmee deelnemende bedrijven bij een te lage bandenspanning een melding krijgen (Rijkswaterstaat, 2020). De OVV (2012) adviseert continue monitoring van de bandenspanning. Ook het voorkomen van overbelading is van belang. Overbelading kan bijdragen aan klapbanden maar ook de kans op een ernstige afloop vergroten. Als onderdeel van veiligheidsmanagement kunnen transportbedrijven deze maatregelen implementeren.

Een aantal voertuigsystemen voor vrachtauto's is gunstig voor de verkeersveiligheid, bijvoorbeeld snelheidsbegrenzers (huidige begrenzing op 90 km/uur; Van Hout, Nuyts & Dreesen, 2005) en dodehoekspiegels die de Europese Commissie (2020) verplicht gesteld heeft. Voor het onderliggend wegennet zou ISA (Intelligente Snelheidsassistentie) een belangrijke toegevoegde waarde kunnen hebben, omdat daarmee de snelheid ook op wegen met lagere snelheidslimieten begrensd zou kunnen worden. Ook Dode hoek Detectie- en SignaleringsSystemen (DDSS) om de vrachtautochauffeur te waarschuwen voor andere verkeersdeelnemers in de dode hoek (Connekt, 2010) zouden effectief kunnen zijn op het onderliggend wegennet. Anti-ongevallensystemen (zoals Advanced Cruise Control en Automatic Emergency Braking) kunnen een ongeval helpen voorkomen maar kunnen ook de bestuurder afleiden van de rijtaak (SWOV, 2019). In diverse studies wordt een theoretisch positief effect geschat voor Automatic Emergency Braking bij vrachtauto's (Mettel, 2018). Een uitgebreider overzicht van intelligente systemen is te vinden in de factsheet *Intelligente transport- en rijkhulpsystemen (ITS en ADAS)* (SWOV, 2019). Een aantal van de genoemde systemen

zijn al langere tijd verplicht (bijvoorbeeld snelheidsbegrenzers) of verplicht op nieuwe voertuigen (bijvoorbeeld Automatic Emergency Braking). In het laatste geval zou de vervanging van het voertuigpark versneld kunnen worden om een tijdelijk extra positief verkeersveiligheidseffect te genereren.

### **1.5 Discussie over geschiktheid als compenserende maatregel**

We beschouwen in deze paragraaf de geschiktheid van maatregelen voor compensatie. De vrachtwagenheffing is een permanente maatregel. De verwachte verbetering van de verkeersveiligheid door compenserende maatregelen moet daarom niet alleen voldoende groot maar ook blijvend zijn. Het nemen van de maatregelen moet binnen de invloedssfeer van lenW vallen om ze te kunnen implementeren. De maatregelen moeten bovendien passen in het uitgangspunt van het conceptwetsvoorstel om de concurrentiepositie van de Nederlandse vervoerssector veilig te stellen (lenW, 2019).

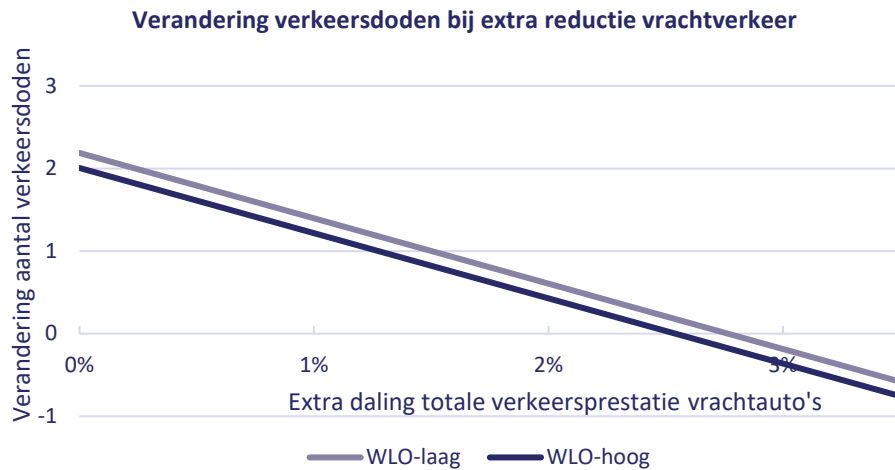
Investeringen in 50km/uur- en 80km/uur-wegen van provincies en gemeenten zijn effectief (Kennisnetwerk SPV, 2019), ze hebben net als de vrachtwagenheffing een blijvend effect en kunnen worden geïmplementeerd met extra geld voor de investeringsimpuls verkeersveiligheid (Kennisnetwerk SPV, 2020). Er zijn ook effectieve maatregelen voor de voertuigveiligheid (SWOV, 2019; SWOV, 2016) maar de regelgeving wordt primair op Europees niveau bepaald en maatregelen die alleen aan Nederlandse transportbedrijven worden opgelegd schaden hun concurrentievermogen. Het is goed om strengere eisen aan voertuigveiligheid te blijven agenderen op Europees niveau maar als dat slaagt is dat waarschijnlijk een versnelling van het effect en geen blijvende extra verkeersveiligheidsverbetering. Maatregelen op het terrein van veiligheidscultuur voor de aanpak van problemen zoals vermoeidheid kunnen effectief zijn, maar deze zijn afhankelijk van de medewerking van de sector. Daarnaast betwijfelen we of de omvang van de verkeersveiligheidseffecten voldoende substantieel is om de verwachte negatieve effecten van de vrachtwagenheffing te compenseren.

## **2. Mitigatie door logistieke efficiency**

Met dezelfde rekenaank en mobiliteitsprognoses als in de berekeningen in SWOV-rapport R-2019-18, beschrijft deze paragraaf een gevoeligheidsanalyse waarmee wordt bepaald hoeveel de verkeersprestatie van het vrachtverkeer extra moet dalen om uit te komen op een verwacht neutraal effect op verkeersveiligheid. We spreken van 'extra' omdat wordt verwacht dat de invoering van de vrachtwagenheffing zelf ook tot een daling zal leiden, namelijk 5% bij WLO-hoog en 4% bij WLO-laag. Net als in SWOV-rapport R-2019-18 is in de gevoeligheidsanalyse rekening gehouden met een verschuiving van het personenautoverkeer en niet-heffingsplichtige lange voertuigen van het onderliggend wegennet naar het hoofdwegennet. De schatting voor ernstig verkeersgewonden is afgeleid van de effectschatting voor verkeersdoden met behulp van de verhouding tussen het aantal ernstig verkeersgewonden en het aantal doden in ongevallen met vrachtwagens, personenauto's, en bestelauto's en bussen (zie *Tabel 2.1* in SWOV-rapport R-2019-18).

In deze gevoeligheidsanalyse is de verwachte verkeersprestatie van het vrachtverkeer na invoering van de vrachtwagenheffing stapsgewijs met een half procent verlaagd, op alle wegtypen met hetzelfde percentage. *Afbeelding 4* beschrijft de verandering van het aantal verkeersdoden met op de horizontale as een extra daling van de verkeersprestatie van het vrachtverkeer na invoering van vrachtwagenheffing. Bij 0% is er geen extra daling en komt het effect overeen met het effect zoals beschreven in *Tabel 3.2* van SWOV-rapport R-2019-18 (ca. 2 extra doden). Afhankelijk van het WLO-scenario is een extra daling van de verkeersprestatie van het vrachtverkeer van iets meer dan 2,5% nodig voor een neutraal effect op het aantal verkeersdoden.





Afbeelding 4. Verwachte verandering van het aantal verkeersdoden na invoering van de vrachtwagenheffing bij berekening met onderscheid naar wegbeheerder en een extra reductie van de verkeersprestatie van het vrachtverkeer.

Tabel 1 beschrijft de verwachte effecten van vrachtwagenheffing inclusief een extra reductie van vrachtverkeer met 2,5% voor zowel het aantal doden als ernstig verkeersgewonden. Omdat ernstig verkeersgewonden vaker vallen bij ongevallen met niet-heffingsplichtige vervoerswijzen zoals de personenauto, wordt verwacht dat 2,5% daling van de totale verkeersprestatie van het vrachtverkeer leidt tot een geringe daling van het aantal ernstig verkeersgewonden. Dit effect is nog iets gunstiger dan het effect dat wordt verwacht voor verkeersdoden.

Kijkend naar de effecten op het aantal doden en ernstig verkeersgewonden, kan worden geconcludeerd dat volgens deze gevoeligheidsanalyse 2,5% extra daling van de verkeersprestatie van het vrachtverkeer nodig is voor een verwacht neutraal effect van de vrachtwagenheffing op de verkeersveiligheid. Door de vrachtwagenheffing en deze extra daling zou de totale verkeersprestatie van vrachtverkeer afnemen met iets meer dan 7% bij WLO-hoog, en iets minder dan 7% bij WLO-laag.

WLO-scenario	Doden	MAIS2+	MAIS3+
Laag	0,2	-0,6	-0,1
Hoog	0,0	-0,9	-0,3

Tabel 1 Verwachte verandering van het jaarlijks aantal doden en ernstig verkeersgewonden (MAIS2+ en MAIS3+) na invoering van vrachtwagenheffing, bij berekening met onderscheid naar wegbeheerder en een extra reductie van vrachtverkeer met 2,5%.

### 3. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze verkenning van compenserende en mitigerende maatregelen trekken we de volgende conclusies:

- Investerings in 50km/uur- en 80km/uur-wegen van provincies en gemeenten zijn effectief voor het verbeteren van de verkeersveiligheid, hebben een duurzaam effect en kunnen bij een voldoende grote investering de verwachte negatieve effecten compenseren. Voorbeelden zijn rijrichtingscheiding op provinciale wegen en fietsinfrastructuur in gemeenten.



- Met logistieke efficiency zou de verkeersprestatie van het vrachtverkeer na de invoering van de vrachtwagenheffing met ca. 2,5% extra gereduceerd moeten worden om volgens onze modelberekening uit te komen op een neutraal verkeersveiligheidseffect. SWOV kan niet inschatten in hoeverre een reductie van de hoeveelheid vrachtverkeer met deze omvang haalbaar is om daadwerkelijk uit te komen op een neutraal verkeersveiligheidseffect.

Op basis van deze bevindingen adviseert SWOV om ofwel te investeren in de verkeersveiligheid van het onderliggend wegennet, ofwel in logistieke efficiency om de hoeveelheid vrachtverkeer te verminderen, of een combinatie van beide.

Voor verbetering van de verkeersveiligheid van het onderliggend wegennet hebben we enkele maatregelen genoemd die eerder als effectief op die wegen zijn aangewezen door het Kennisnetwerk SPV (2019). We hebben in deze bijlage geen afgemeten pakket aan maatregelen beschreven, bijvoorbeeld hoeveel maatregelen van welk soort en welke middelen nodig zijn. De meest effectieve aanpak is om wegbeheerders zelf – op basis van risicoanalyses en rekening houdend met lokale omstandigheden – te laten bepalen welke maatregelen op hun wegennet nodig zijn. Dat kunnen bijvoorbeeld ook investeringen in vergevingsgezinde bermen en rotondes zijn. Aangezien nog niet bekend is waar welke maatregelen genomen zouden kunnen worden, kan SWOV niet aangeven hoe groot de investering moet zijn om de verwachte negatieve effecten op de verkeersveiligheid geheel te compenseren.

Daarnaast adviseert SWOV om te onderzoeken in hoeverre de hoeveelheid vrachtverkeer kan worden verminderd door logistieke efficiency van de transportsector. Tot slot merken we op dat er een vorm van mitigatie is die niet in deze bijlage is beschreven omdat deze uitgebreid is behandeld in het eerdere SWOV-onderzoek van Moore & Stipdonk (2018) naar verkeersveiligheidseffecten van verschillende varianten voor invoering van de vrachtwagenheffing. Daaruit blijkt dat het aantal slachtoffers veel minder zal stijgen wanneer ook N-wegen in het heffingsnetwerk worden opgenomen: de uitwijk naar het onderliggend wegennet zal dan kleiner zijn. Als de heffing op alle wegen van toepassing is, zou er geen sprake zijn van uitwijk maar wél van een daling van de totale verkeersprestatie van het vrachtverkeer. In die variant is zelfs een gering positief effect op de verkeersveiligheid te verwachten.

#### 4. Referenties

**Bax, C., Goldenbeld, C. & Korving, H. (2014).** Veiligheidscultuur in de praktijk: motieven, uitvoering en effecten. R-2014-33. SWOV, Den Haag.

**Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J. & Loenis, B. (2017).** ProMeV Light; Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur. R-2017-7. SWOV, Den Haag.

**Connekt (2010).** Dodehoek Detectie- en Signalerings Systemen (DDSS): Onderzoek naar de werking en de mogelijkheden. Connekt, Delft.

**CROW (2004).** Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur. CROW, Ede.

**CROW (2013).** Handboek Wegontwerp Regionale Stroomwegen. CROW, Ede.

**European Commission (2020).** Heavy goods vehicles. Geraadpleegd 16 maart 2020 op [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/knowledge/vehicle/safety\\_design\\_needs/heavy\\_goods\\_vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/vehicle/safety_design_needs/heavy_goods_vehicles_en)

**EU-OSHA (2010).** A review of accidents and injuries to road transport drivers. European Agency for Safety and Health at Work. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

**ETSC (2001).** The role of driver fatigue in commercial road transport crashes. European Transport Safety Council, Brussels.

**Fortuijn, L.G.H. (2013).** Turborotonde en turboplein: ontwerp, capaciteit en veiligheid. Technische Universiteit Delft, Delft.

**Goldenbeld, C., Davidse, R.J., Mesken, J. & Hoekstra, A.T.G. (2011).** Vermoeidheid in het verkeer: Prevalentie en statusonderkenning bij automobilisten en vrachtautochauffeurs; Een vragenlijststudie onder Nederlandse rijbewijsbezitters. R-2011-4. SWOV, Leidschendam.

**Fietsberaad (2011).** Samen werken aan een veilige fietsomgeving; Aanbevelingen voor wegbeheerders; Fietsberaadpublicatie 19. CROW/Fietsberaad, Utrecht.

**Haddon, W. (1980).** Advances in the Epidemiology of Injuries as a Basis for Public Policy. In: Public Health Reports, vol. 95, nr. 5, p. 411-421.

**Hermens, F. & Schepers, J.P. (2019).** De verkeersveiligheidseffecten van vrachtwagenheffing; Verwacht effect bij heffing conform het conceptwetsvoorstel van juni 2019; R-2019-18. SWOV, Den Haag.

**Hoedemaeker, D.M., Doumen, M.J.A., Goede, M. de, Hogema, J.H., et al. (2010).** Modelopzet voor Dodehoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS). TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.

**Hout van, K., Nuyts, E. & Dreesen, A. (2005).** Verlaging van de snelheidslimiet voor vrachtwagens; Effecten op verkeersveiligheid; RA-2005-73. Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.

**IenW (2018).** Koepelnotitie effecten vrachtwagenheffing, 6 november 2018, IENW/BSK-2018/226643. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

**IenW (2019).** Conceptwetsvoorstel vrachtwagenheffing; Conceptwetsvoorstel voor internetconsultatie 26 juni 2019: <https://www.vrachtwagenheffing.nl/documenten/kamerstukken/2019/06/26/conceptwetsvoorstel-vrachtwagenheffing>. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.

**Kennisnetwerk SPV (2019).** Investeren in verkeersveiligheid; Vijf maatregelen om het fundament op orde te krijgen. Geraadpleegd 16 maart 2020 op <https://www.kennisnetwerkspv.nl/Risicogestuurd-beleid>

**Kennisnetwerk SPV (2020).** Geld op de plank voor verkeersveiligheidsprojecten. Geraadpleegd 25 Maart 2019 op <https://www.kennisnetwerkspv.nl/Nieuws/Geld-op-de-plank-voor-verkeersveilige-projecten>

**Mesken, J., Schoon, C.C. & Duijvenvoorde, K. van (2012).** Veiligheid van vracht- en bestelverkeer: de stand van zaken. R-2012-17. SWOV, Den Haag.

**Mettel, C. (2018).** Autonomous Emergency Brake (AEB) in HGVs, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Retrieved from [www.roadsafety-dss.eu](http://www.roadsafety-dss.eu) on 12/03/2020.

**Moore, K. & Stipdonk, H.L. (2018).** Impact vrachtwagenheffing op verkeersveiligheid; Geschatte verandering in het aantal verkeersdoden bij verschillende heffingsvarianten. R-2018-14. SWOV, Den Haag.

**Nes, N. van, Bärghman, J., Christoph, M. & Schagen, I. van (2019).** The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond. In: Safety Science, vol. 119, p. 11-20.

**Olson, R.L., Hanowski, R.J., Hickman, J.S. & Bocanegra, J. (2009).** Driver distraction in commercial vehicle operations. US Department of Transportation, Washington, DC.

**OVV (2012).** Vrachtwagenongevallen op snelwegen. Onderzoeksraad voor Veiligheid, Den Haag.

**Politie (2018).** Tweede controle met touringcar wijst uit: nog steeds veel afleiding in het verkeer door mobiele telefoon. Geraadpleegd 14 februari 2019 op <https://www.politie.nl/nieuws/2018/juni/22/02-verkeerscontrole-touringcar.html>.

**Rijkswaterstaat (2017).** Apparatuurgebruik automobilisten. Rijkswaterstaat WVU, Utrecht.

**Rijkswaterstaat (2020).** Transportbedrijven gezocht voor proef met 'bandenspanningsmeetdrempel' snelweg A16. Geraadpleegd 16 maart 2020 op <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/2019/07/transportbedrijven-gezocht-voor-proef-met-bandenspanningsmeetdrempel-snelweg-a16.aspx>

**SWOV (2015).** Dodehoekongevallen. SWOV-factsheet, december 2015, Den Haag.

**SWOV (2016).** Vracht- en bestelauto's. SWOV-factsheet, december 2016, Den Haag.

**SWOV (2019).** Intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS). SWOV-factsheet, april 2019. Den Haag.

**SWOV (2020).** Verkeersveiligheidscijfers: verkeersongevallen (Qlik Analytics Platform). Geraadpleegd 16 Maart op <https://www.swov.nl/feitenencijfers/verkeersveiligheidscijfers-verkeersongevallen>.

**Schermers, G. & Petegem, J.W.H., van (2013).** Veiligheidseisen aan het dwarsprofiel van gebiedsontsluitingswegen met limiet 80 km/uur; Aanbevelingen voor de actualisatie van het Handboek Wegontwerp. D-2013-2. SWOV, Leidschendam.

**Temmerman, P., Slootmans, F. & Lequeux, Q. (2016).** Ongevallen met vrachtwagens – Fase 1 – Omvang van het probleem, literatuurstudie, analyse van ongevallengegevens en enquête. Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, Brussel.

**Tingvall, C. & Haworth, N. (1999).** Vision Zero: An ethical approach to safety and mobility. In: Proceedings of the 6th ITE International Conference - Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000, Melbourne.

**Twisk, D., Vlakveld, W., Mesken, J., Shope, J.T. & Kok, G. (2013).** Inexperience and risky decisions of young adolescents, as pedestrians and cyclists, in interactions with lorries, and the effects of competency versus awareness education. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 55, p. 219-225.

**Vlakveld, W.P., Goldenbeld, C., Knapper, A. & Bax, C. (2014).** Veiligheidscultuur in het wegtransport. R-2014-12. SWOV, Den Haag.