



Praktijkgebruik van gangbare luchtpompen bij tankstations

Praktijkmeting en CO₂-effect



CE Delft

Committed to the Environment

Praktijkgebruik van gangbare luchtpompen bij tankstations

Praktijkmeting en CO₂-effect

Dit rapport is geschreven door:

Maarten 't Hoen en Anco Hoen (CE Delft)

Laurens Drogendijk (Band op Spanning)

Delft, CE Delft, december 2019

Publicatienummer: 19.190305.169

Vervoermiddelen / Kooldioxide / Reductie / Banden / Effecten / Bandenspanning

Opdrachtgever: Band op Spanning

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Anco Hoen](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
	1.1 Achtergrond	5
	1.2 Onderzoeksvragen	6
	1.3 Aanpak	6
	1.4 Leeswijzer	6
2	Beschrijving dataverzameling	7
3	Onderzoeksresultaten	9
	3.1 Geobserveerde bandenspanning in de steekproef	9
	3.2 Praktijkgebruik pomp	11
	3.3 Impact verbeterd gebruik van de pomp	15
	3.4 Impact hogere ingestelde spanning van 0,2 bar	18
	3.5 Resume/overzicht	19
4	CO ₂ -effect van verbeterd gebruik van de pompinstallatie	20
	4.1 Methodiek	20
	4.2 CO ₂ -effecten	21
5	Conclusies en discussie	24
	5.1 Conclusies	24
	5.2 Discussie	24
6	Literatuur	26
A	Enquêteformulier	27
B	Werkwijze bij observaties	29
C	Relatie brandstofverbruik en bandenspanning	31
D	Technische bijlage	33



Samenvatting

Aanleiding

In het Klimaatakkoord wordt aandacht gevraagd voor het op de juiste spanning houden van voertuigbanden. Rijden met een te lage bandenspanning leidt volgens onderzoek namelijk tot een verhoogd brandstofverbruik en CO₂-uitstoot. Pompinstallaties bij tankstations zijn belangrijk om automobilisten hun banden op spanning te laten brengen. Ad-hoc observaties uit het recente verleden deden het vermoeden rijzen dat het gebruik van de pompen suboptimaal is. In dit onderzoek is middels veldwerk onder 92 respondenten nagegaan of dat vermoeden klopt. Daarbij is berekend wat een beter gebruik van pompinstallaties aan CO₂-reductie zou kunnen opleveren.

Belangrijkste bevindingen

Uit de praktijkmeting onder 92 gebruikers blijkt dat zij de bandenspanning gemiddeld met 0,2 bar verhogen. Dit is minder dan hun bedoeling was, de intentie van de gebruikers was om de bandenspanning met gemiddeld iets meer dan 0,4 bar te verhogen. Hier zijn verschillende redenen voor gevonden:

- in een klein aantal gevallen geeft de pompinstallatie een foutmelding die lijkt op het signaal dat klinkt wanneer de band op spanning is;
- gebruikers blijken correctiefactoren voor winterbanden, warme banden en buiten-temperatuur niet te kennen of niet toe te passen;
- in ongeveer een kwart van de gevallen verlagen gebruikers onbedoeld de bandenspanning, omdat de bandenspanning bij aanvang hoger was dan de spanning die zij hadden ingesteld.

Bij nagenoeg alle luchtpompen waar de praktijkproef is gedaan was voorlichting aanwezig vanuit de gedragscampagne ‘Kies de Beste Band’.

Met behulp van de meetdata en enkele ‘wat-als’-scenario’s die veronderstellen dat de drie bovenstaande problemen worden ondervangen, is berekend wat het verbeterd gebruik van de gangbare luchtpomp in de praktijk kan opleveren aan brandstof- en kostenbesparing en CO₂-reductie.

Hieruit blijkt dat verbeterd pompgebruik tot een CO₂-reductie kan leiden van maximaal 0,28 Mton CO₂ per jaar op landelijk niveau en een brandstofkostenbesparing van 190 miljoen euro per jaar. Indirect leiden de daling van de brandstofproductie (als gevolg van het lagere brandstofverbruik) en een langere levensduur van de banden jaarlijks tot iets minder dan 0,1 Mton CO₂-besparing. Deze indirecte emissies worden in het kader van het Klimaatakkoord niet aan de sector verkeer en vervoer toegerekend.

Kanttekeningen

De besparingen nemen toe wanneer de luchtpomp vaker wordt gebruikt. De berekeningen in dit rapport zijn een theoretisch maximaal potentieel dat ervan uit gaat dat gebruikers regelmatig zelf hun banden oppompen. De berekeningen gaan ervan uit dat de totale CO₂-besparing door het verbeterd oppompen van de banden gedurende het hele jaar optreedt. In de praktijk kan de besparing iets lager uitpakken.



Berekende brandstofbesparingen en CO₂-reductie gelden voor de huidige situatie. Hogere verkeersvolumes en grotere auto's laten de CO₂-uitstoot relatief groeien. Maar doordat personenauto's in de toekomst zuiniger worden onder invloed van de Europese CO₂-normering, vallen de berekende effecten in totaal in de toekomst lager uit. Ook door het gebruik van zuiniger banden, minder frequent gebruik van de pomp en een kleiner aantal mensen dat hun banden op spanning brengt kunnen de berekende effecten lager zijn.

Tot slot blijkt uit het veldwerk dat een groot deel van de gebruikers niet de juiste minimale adviesspanning instelt: na het oppompen heeft 44% van de banden een lagere bandenspanning dan de adviesspanning. Zelfs na correctie van genoemde gebruiksfactoren (winterbanden, warme banden en buitentemperatuur) én extra ophogen van de spanning met 0,2 bar wordt nog steeds 4% van de banden niet tot de minimale adviesspanning opgepompt. Daar ligt dus nog mogelijk een besparingspotentieel.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Op 28 juni 2019 verscheen de complete versie van Klimaatakkoord waarin het kabinet voorstellen doet voor maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen in Nederland met 49% te verminderen ten opzichte van 1990 (Klimaatberaad, 2019). Het Klimaatakkoord bevat afspraken die zijn gemaakt aan vijf verschillende sectortafels. Eén van de tafels richtte zich op Mobiliteit.

De afspraken voor de sector Mobiliteit kunnen worden onderverdeeld in:

- schoner, denk aan elektrisch rijden;
- slimmer, denk aan mobiliteit als dienst en zelfrijdende voertuigen;
- anders, denk aan gecombineerd vervoerssysteem van OV en fiets.

Onder het kopje ‘Anders’ wordt ook aandacht gevraagd voor bandenspanning. In diverse rapporten en onderzoeken die aan het Klimaatakkoord voorafgingen is verkondigd dat het rijden met een te lage bandenspanning leidt tot extra CO₂-uitstoot (CE Delft, 2014; TNO 2016). Dit komt omdat een zachte band meer contact maakt met het wegoppervlak, daarom tot meer rolweerstand leidt waardoor het meer energie (en brandstof) kost om in beweging te blijven. Een hoger brandstofverbruik vertaalt zich direct in een hogere CO₂-uitstoot. Indien het aantal mensen dat met een te lage bandenspanning rijdt kan worden teruggedrongen kan dus in beginsel CO₂ worden gereduceerd.

Met betrekking tot bandenspanning zijn in het Klimaatakkoord twee concrete passages opgenomen:

De Rijksoverheid, RAI Vereniging, BOVAG, ANWB, VNA, Stichting Band op Spanning, NSG en Milieu Centraal spannen zich in om een duurzame gedragsverandering van de automobilist tot stand te brengen voor het monteren van de beste band en het op de juiste spanning houden daarvan.

Zij hebben gezamenlijk:

... de ambitie dat in 2030 het aantal voertuigen met de juiste bandenspanning met 50% is toegenomen ten opzichte van 2018.

Een belangrijke voorwaarde voor het behalen van deze potentiële CO₂-reductie is dat automobilisten hun bandenspanning op een goede manier controleren en op spanning brengen. Eén van de veelgebruikte manieren om de banden op spanning te brengen is middels de pompinstallaties bij tankstations. In Nederland staan er verspreidt iets minder dan 3.000 pompinstallaties bij tankstations. Eerdere ad-hoc observaties deden het vermoeden rijzen dat het gebruik van de pompen suboptimaal is. In dit onderzoek is middels veldwerk onder 92 respondenten nagegaan of dat vermoeden klopt.

Naast een potentiële CO₂-reductie heeft het rijden met te lage bandenspanning gevolgen voor verkeersveiligheid, luchtverontreinigende stoffen (fijnstof) en geluidsoverlast. Deze zijn niet opgenomen in de scope van dit onderzoek.

1.2 Onderzoeksvragen

Dit onderzoek richt zich op het praktijkgebruik van pompinstallaties bij tankstations op drie locaties in Nederland. We hebben getracht de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- In hoeverre rijden automobilisten in de steekproef na het gebruik van een pompinstallatie weg met een lagere, hogere of gelijke bandenspanning?
- Om welk aandeel gaat het, hoe groot is het verschil met een verbeterd praktijkgebruik van de pomp en wat betekent dit voor het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot van de auto's in de steekproef?
- Welke CO₂-reductie is haalbaar indien alle gebruikers voortaan de gangbare luchtpomp op de juiste manier zouden gebruiken?

We richten ons in dit onderzoek expliciet niet op het effect van meer frequent gebruik van de pompinstallaties, maar op het op de juiste manier gebruiken ervan.

1.3 Aanpak

Het onderzoek is uitgevoerd door Band op Spanning en CE Delft. Band op Spanning heeft voorafgaand aan het onderzoek een vragenlijst ontwikkeld/opgesteld ten behoeve van het veldonderzoek. Deze vragenlijst is bekeken door CE Delft waarbij is nagegaan of de verzamelde gegevens in combinatie met de manier van vragen betrouwbare en bruikbare gegevens zouden opleveren om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden.

Het veldwerk is uitgevoerd door Band op Spanning en CE Delft heeft de werkwijze en uitvoering beoordeeld en begeleid. De resultaten zijn in een Excelbestand verwerkt en aangeleverd aan CE Delft. CE Delft heeft vervolgens de data geanalyseerd en er de benodigde berekeningen mee uitgevoerd.

De ruwe data is openbaar beschikbaar bij de stichting Band op Spanning; zie www.bandopspanning.nl/luchtpomponderzoek.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 van dit rapport is een beschrijving van de dataverzameling gegeven. In Hoofdstuk 3 volgt de analyse van de data en wordt beschreven welke impact het gebruik van de pompinstallaties heeft op de bandenspanning binnen de steekproef. Ook wordt in Hoofdstuk 3 besproken welke gevolgen een verbeterd praktijkgebruik van de pomp zouden hebben. In Hoofdstuk 4 volgt een berekening van de impact van verbeterd praktijkgebruik van de pomp op de CO₂-uitstoot. Hoofdstuk 5 bespreekt de belangrijkste conclusies en enkele punten voor discussie.

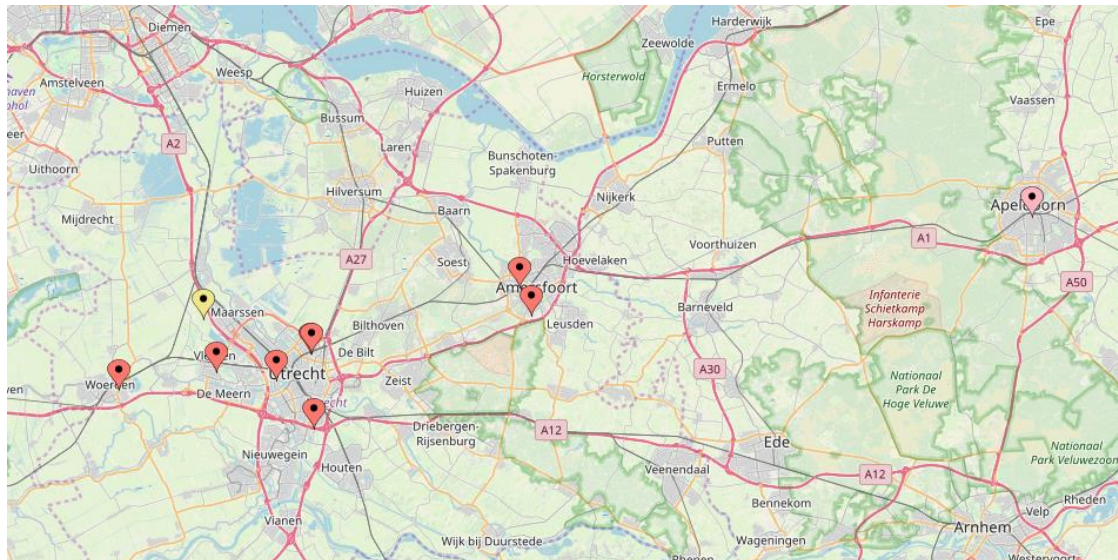
2 Beschrijving dataverzameling

Het onderzoek heeft betrekking op het observeren van het gebruik, en het vaststellen van de resultaten van het gebruik van gangbare luchtpompinstallaties bij tankstations door personenauto's. Bij het verzamelen van de data is rekening gehouden met het type locatie (snelweg of binnen de bebouwde kom) en ruimtelijke spreiding van tankstations met een gangbare luchtpomp. Per type locatie is gestreefd naar minimaal 30 unieke observaties. Daarnaast is voorafgaand aan de observatie altijd gecontroleerd of de betreffende luchtpomp goed functioneert. Ook is extra informatie over de betreffende situatie verzameld (bemand of onbemand, tankstation met of zonder wasstraat, etc.). Zie voor het gebruikte enquêteformulier Bijlage A.

De locaties waar is geënuquêteerd zijn (zie ook Figuur 1):

- Shell Tankstation Haarrijn. Dit is een groot drukbezocht tankstation aan de A2 tussen Amsterdam en Utrecht. Hier zijn 30 observaties gedaan. Omdat het tankstation aan een snelweg ligt komen er vooral auto's met opgewarmde banden (dit is relevant voor de bandenspanning, zie Hoofdstuk 3).
- Drie locaties in Woerden, Utrecht en Amersfoort. Het gaat hier om drie tanklocaties binnen de bebouwde kom. Op deze locaties komen relatief meer mensen met koude banden. Met drie locaties is er bovendien meer spreiding in de diversiteit van gebruikers. In totaal zijn er 31 observaties bij deze tankstations gedaan.
- Apeldoorn binnen de bebouwde kom. Deze locatie buiten de randstad is gekozen om eventuele geografische verschillen in het gebruik van pompen af te dekken. Hier zijn 31 observaties gedaan. Het tankstation heeft daarnaast twee verschillende modellen luchtpompen (qua uiterlijk), plus een naastgelegen wasstraat.

Figuur 1 - Locaties van de tankstations waar waarnemingen zijn gedaan



Het observeren van het gebruik van een pompinstallatie is een tijdrovende klus. Weliswaar is het daadwerkelijk gebruik kort (circa 5 minuten per automobilist), echter het kan uren duren voordat er een automobilist komt die uit zichzelf besluit de luchtpomp te gebruiken.

Er is in geen enkel geval een automobilist benaderd met het verzoek de luchtpomp te gebruiken. De observaties bestaan dus louter uit willekeurige en spontane gebruikers.

Er zijn drie mensen getraind om de enquêtes op een goede manier af te kunnen nemen. Deze training was nodig omdat er kennis van zaken nodig is met betrekking tot het (op een juiste manier) oppompen van de banden. Bovendien is een juiste en consistente benadering van de geënquêteerde nodig. De daadwerkelijk periode van observeren was van 23 maart tot 1 juni 2019. Een bijkomend voordeel van deze relatief lange periode is dat er ook spreiding van weertypen en buitentemperatuur in de observaties is opgenomen.

Werking gangbare luchtpomp

Voor de onderzoeker is het belangrijk te weten wat die kan verwachten van de werking van de gangbare luchtpomp. Het goed kennen en registreren van de werking is ook onderdeel van het onderzoek. Daarom wordt op elk enquêteformulier (zie Bijlage A) het type luchtpomp met naam van de leverancier en het merk genoteerd. Naast enkele bijzondere specificaties over een tweede display en de eventuele kosten voor gebruik. Er zijn slechts drie leveranciers van gangbare luchtpompen die beide met dezelfde twee technische toeleveranciers werken. Beide luchtpomptypen functioneren dan ook op dezelfde wijze.

In Paragraaf 3.2 wordt in meer detail ingegaan op de technische werking van de gangbare luchtpompen en hoe automobilisten deze gebruiken. Bijlage B geeft informatie over de wijze waarop de observaties zijn gedaan.

3 Onderzoeksresultaten

In dit hoofdstuk beschrijven we de uitkomsten van het veldwerk en analyseren we scenario's voor verbeterd praktijkgebruik van de pomp. We onderscheiden vier verschillende niveaus:

1. **Geobserveerde bandenspanning in steekproef:** We presenteren de resultaten van de meting van de bandenspanning bij aankomst bij de pompinstallatie.
2. **Praktijkgebruik pomp:** We laten zien wat het resultaat is van het gebruik van de pompinstallatie en geven aan wat de redenen voor suboptimaal gebruik van de pomp kunnen zijn.
3. **Impact verbeterd praktijkgebruik van de pompinstallatie:** We vertalen de observaties van suboptimaal gebruik van de pomp naar 'wat-als'-scenario's en beschrijven de impact hiervan op de bandenspanning.
4. **Impact hoger ingestelde spanning:** Tenslotte beschrijven we een scenario waarin gebruikers de ingestelde bandenspanning op de pomp verder verhogen.

In dit hoofdstuk worden nog geen CO₂-berekeningen gedaan. Die volgen in Hoofdstuk 4.

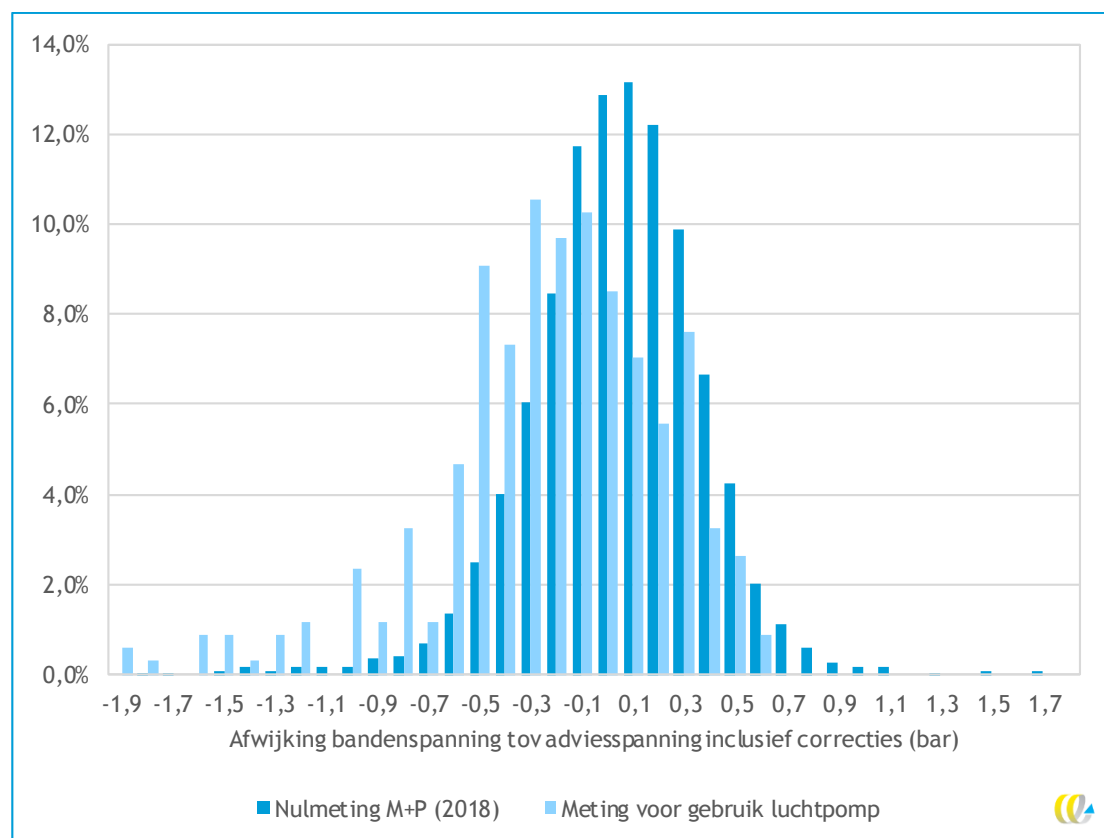
3.1 Geobserveerde bandenspanning in de steekproef

In het onderzoek is voor 92 gebruikers vastgesteld wat de bandenspanning was voor en na het gebruik van de pomp. Zij hebben gezamenlijk de pomp gebruikt om 341 banden op spanning te brengen. Voor sommige voertuigen zijn namelijk niet alle vier de banden op spanning gebracht, bijvoorbeeld omdat het monitoringsysteem (TPMS) van de auto niet aangaf dat dit nodig was.

Voor elk van de banden is bepaald wat de adviesspanning van de band is en hoe deze in de praktijksituatie kan worden toegepast (inclusief correctiefactoren). Een uitgebreid overzicht van de adviesspanning volgens de fabrikant (op de autosticker of in de boekjes) voor alle waarnemingen is te vinden in de Technische Bijlage D van dit rapport, op te vragen via schichtig Band op Spanning¹. Figuur 2 laat de verdeling zien van bandenspanning ten opzichte van de adviesspanning voor elk van de observaties. Eind 2018 heeft M+P (2018) een grootschalige nulmeting gedaan van de bandenspanning van Nederlandse personenauto's. In de meting is van ruim 4.000 banden de spanning gemeten. De resultaten van deze nulmeting zijn ook in de figuur opgenomen. Door de nulmeting te vergelijken met de waarnemingen in onze steekproef krijgen we een indruk van de betrouwbaarheid/plausibiliteit van onze waarnemingen.

¹ www.bandopspanning.nl/luchtpomponderzoek

Figuur 2 - Afwijking bandenspanning ten opzichte van adviesspanning voor steekproef en de 'Nulmeting' door (M+P)



Figuur 2 laat zien dat de bandenspanning in de steekproef gemiddeld lager ligt dan gemiddeld in Nederland, zoals vastgesteld door M+P. Dit mag worden verwacht als we bedenken dat de mensen in onze steekproef op het punt staan om hun banden op spanning te brengen omdat zij die te laag achten. We achten de verschillen tussen de Nulmeting van M+P en onze meting voor het gebruik van de gangbare luchtpomp daarom plausibel. Zie Tabel 1 voor wat meer gegevens over de verschillen tussen beide praktijkmetingen.

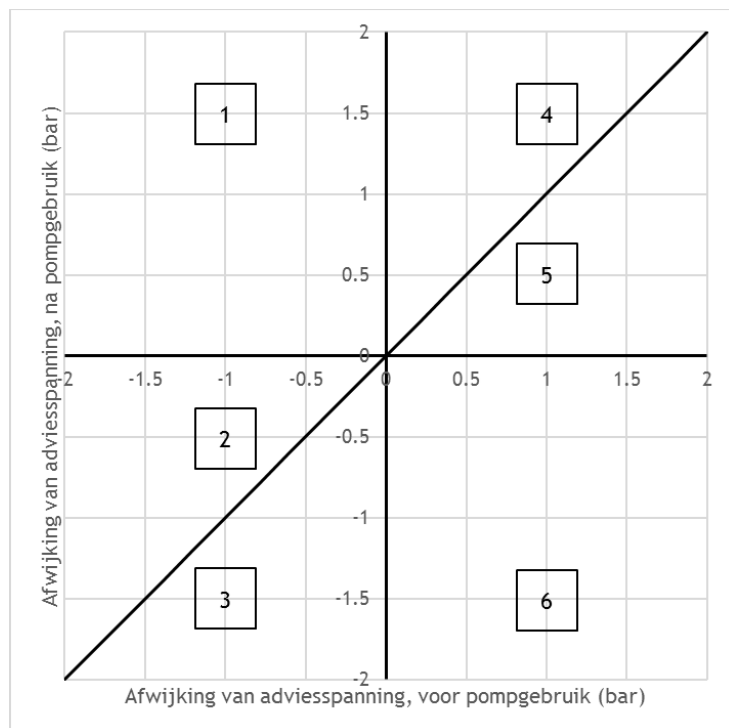
Tabel 1 - Percentage van de banden dat een onderspanning heeft die kleiner of gelijk is aan de grenswaarde

Onderspanning (bar)	Nulmeting M+P	Meting steekproef voor oppompen van banden
Onderspanning	36,4%	66%
Meer dan 0,3 bar onderspanning	16,2%	37%
Meer dan 0,5 bar onderspanning	6,1%	20%
Gemiddelde spanning t.o.v. adviesspanning	0,04	-0,24

3.2 Praktijkgebruik pomp

Om vast te stellen wat het gebruik van de pomp in de praktijk oplevert, presenteren we de resultaten van de meting van de bandenspanning voor elke band voor en na het gebruik van de gangbare luchtpomp. We geven het resultaat van elke luchtpomptransactie weer in een figuur waarbij op de horizontale as is weergegeven wat de bandenspanning was ten opzichte van de adviesspanning² vóór gebruik van de pomp en op de verticale as de bandenspanning ná gebruik van de pomp (zie Figuur 3).

Figuur 3 - Te onderscheiden categorieën van pomptransacties (verschil voor en na pompen)



We kunnen op deze wijze zes categorieën voor de waarnemingen onderscheiden. In de eerste drie categorieën heeft de band vóór gebruik van de pomp onderspanning. In de laatste drie categorieën heeft de band al de juiste spanning, of een hogere spanning dan de adviesspanning. Vanuit die Ausgangssituatie kan de spanning worden verhoogd of verlaagd. Tabel 2 geeft een samenvatting van de categorieën.

Tabel 2 - Beschrijving van de zes categorieën waarnemingen

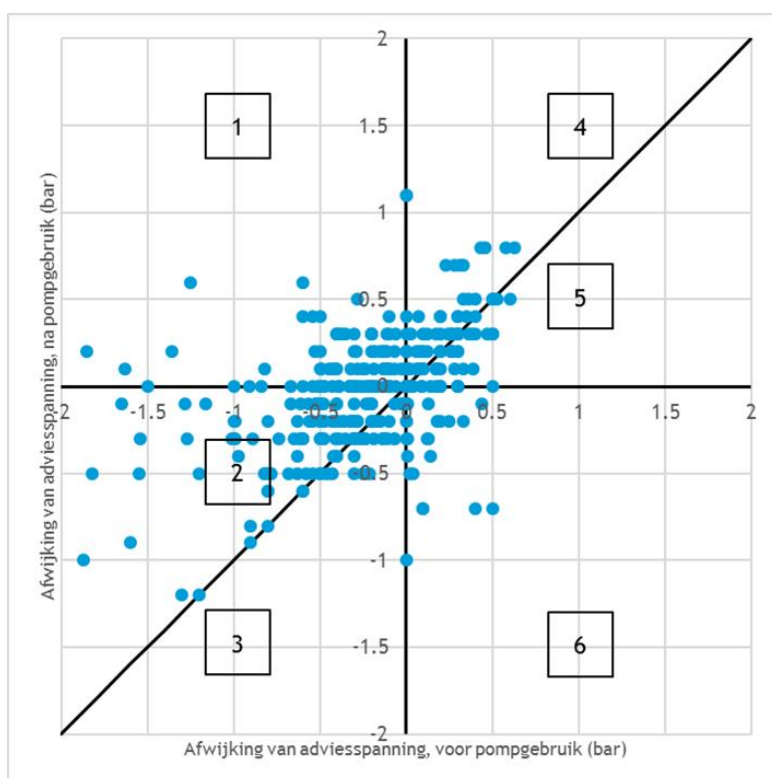
Categorie	Voor gebruik van de pomp	Na gebruik van de pomp	Band heeft na gebruik minimaal de juiste adviesspanning
1	Band met onderspanning	Band heeft de juiste spanning of hoger	X
2	Band met onderspanning	De spanning is verhoogd maar nog steeds onderspanning	

² De minimale adviesspanning is bepaald aan de hand van informatie van de fabrikant en de op dat moment geldende correctiefactoren. Zie ook de Technische Bijlage D.

Categorie	Voor gebruik van de pomp	Na gebruik van de pomp	Band heeft na gebruik minimaal de juiste adviesspanning
3	Band met onderspanning	De spanning is verlaagd	
4	Band met juiste spanning of hoger	De spanning is verhoogd of gelijk gebleven	X
5	Band met juiste spanning of hoger	De spanning is verlaagd maar nog hoog genoeg	X
6	Band met juiste spanning of hoger	De spanning is verlaagd tot onderspanning	

In Figuur 3 is voor alle banden in de steekproef weergegeven wat de spanning voor en na het gebruik van de pomp was.

Figuur 4 - Weergave van alle waarnemingen (bandenspanningen) afgezet tegen de adviesspanning



De figuur laat zien dat een flink deel van de waarnemingen in Categorie 2, 3 en 6 vallen. Dat houdt in dat de bandenspanning voor en na het pompen lager was dan de adviesspanning. Analyse van de data laat zien dat 66% van de banden onderspanning heeft voor het gebruik van de pomp, en 34% heeft de juiste spanning of hoger. Na het gebruik van de pomp heeft 43% van de banden onderspanning. Voor in totaal 76% van de banden is de spanning verhoogd, of gelijk gebleven. Voor 6% van de banden was de bandenspanning juist, maar is de spanning zodanig verlaagd dat de band na gebruik onderspanning heeft. Tabel 3 geeft het aantal en aandeel waarnemingen per categorie.

Tabel 3 - Aantal en aandeel waarnemingen per categorie

Categorie	Observaties	Aandeel	Effect van pompgebruik
1	96	28%	Vooraf onderspanning, spanning is verhoogd tot minimaal adviesspanning
2	102	30%	Vooraf onderspanning, spanning is verhoogd maar nog steeds te laag
3	26	8%	Vooraf onderspanning en spanning is verlaagd
4	61	18%	Band heeft vooraf minimaal adviesspanning en spanning is verhoogd
5	37	11%	Band heeft vooraf minimaal adviesspanning, spanning is verlaagd maar nog hoger dan adviesspanning
6	19	6%	Band heeft vooraf minimaal adviesspanning en spanning is verlaagd tot onderspanning

Van de 92 mensen uit de steekproef is vastgesteld dat 37% (N=34) de bandenspanning van minimaal één band verlaagt. Dit houdt in dat de door de gebruiker ingestelde (door hem gewenste) bandenspanning voor in ieder geval één band lager was dan de bandenspanning waar hij mee kwam aanrijden. Van alle banden is van 24% de spanning verlaagd door de gebruiker. Voor acht mensen geldt dat zij de bandenspanning van *alle vier* de banden verlaagden door middel van de pomptransactie. Voor nog eens acht personen geldt dat zij van drie van de vier banden de spanning verlaagden.

Er zijn een aantal redenen aan te wijzen voor het suboptimaal gebruik van de pomp. Met behulp van de directe waarnemingen in de praktijkproef en een enquête na gebruik van de pomp hebben we hier goed zicht op gekregen. In Tabel 4 zijn een aantal redenen voor suboptimaal gebruik inclusief een toelichting te vinden.

Tabel 4 - Enkele redenen van suboptimaal gebruik van de pompinstallatie

Reden voor suboptimaal pompgebruik	Toelichting
Afblazen	Bij 24% van de banden is de spanning verlaagd. Dit blijkt bij navraag niet de bedoeling te zijn geweest te zijn van de gebruikers.
Niet toepassen correctiefactoren	Geen enkele gebruiker in de steekproef heeft de correctiefactoren voor warme banden, buitenluchttemperatuur en winterbanden op de juiste manier toegepast (zie ook Paragraaf 3.3).
Verschillende spanning banden op een as	Bij drie gebruikers was de bereikte bandenspanning op één van de assen ongelijk voor beide banden (dit is ongewenst met het oog op wegligging en een rechte remweg).
Foutmelding	Bij drie observaties gaf de pomp een foutmelding terwijl de ingestelde spanning nog niet was bereikt. De gebruiker stopte daarna met oppompen, terwijl de ingestelde spanning nog niet was bereikt.
Gebruik van de pomp	8% van de gebruikers stopt met pompen voordat de pomp een piepsignaal heeft gegeven. 15% van de personen kijkt tijdens het pompen op het display van de pompinstallatie.

Dat geen enkele gebruiker de correctiefactoren heeft toegepast is opvallend, aangezien bij bijna alle luchtpompen een poster hing van 'Kies de Beste Band' met daarop instructie over de correctiefactoren.

De gemiddelde bandenspanning in de steekproef voor het gebruik van de pomp was -0,24 bar (spanning ten opzichte van de adviesspanning per band). Na het gebruik van de pomp was dit -0,04 bar, dus over de totale steekproef vóór en ná is de spanning verhoogd met 0,2 bar. Alle pomptransacties tezamen leiden dus wel tot een hogere bandenspanning

en een besparing van het brandstofverbruik. Deze besparing zou echter hoger kunnen zijn wanneer het gebruik van de pomp zou verbeteren. Hier gaan we in de volgende paragrafen op in.

Tekstkader 1 - Gebruik van de gangbare luchtdrukpomp

Gangbare luchtpompen worden door drie bedrijven geleverd en kennen beide dezelfde technische werking: er is een klein digitaal display waarop de in te stellen spanning wordt weergegeven. Dit is in veel gevallen ook de display waarin de meting van de bandenspanning wordt weergegeven bij aanvang en bij eventuele tussenmetingen tijdens het corrigeren van de spanning naar de ingestelde waarde. Soms is er een apart tweede display die deze metingen weergeeft. De waarde voor de bandenspanning wordt ingevoerd met behulp van een plus- en min-toets. Standaard wordt vaak 2,20 bar als aanvangswaarde getoond en met de knoppen kan de gewenste spanning met stapjes van 0,10 bar worden verhoogd of verlaagd.

Na het instellen drukt de gebruiker de pompstok op het ventiel waarna de druksensor in de luchtpomp de aanwezige druk in de band meet en laat zien in het display op de pomp. Is de druk anders dan de ingestelde waarde, dan gaat de luchtpomp corrigeren. Dus afblazen (lucht uit de band laten) bij een hogere druk en oppompen bij een lagere druk. Is de druk in de band gelijk aan de ingestelde waarde, dan klinkt een piepsignaal en gaat de display knipperen. Het piepsignaal is een eentonig geluid dat in enkele korte pulsen klinkt. Indien de pompstok vervolgens van het ventiel wordt gehaald, houdt de herhaling van deze piep op en staat de ingestelde waarde weer in de display. Op dat moment is de eindwaarde of eerste meting niet langer zichtbaar.

Soms drukt de gebruiker de pompstok niet goed op het ventiel en ontsnapt er lucht tussen pompstok en ventiel. Dat signaleert de druksensor en dit levert een foutmelding op. Het corrigeren van de spanning stopt, in de display staat dan een code (vaak Er2 = Error 2). Daarbij geeft de pomp hetzelfde piepsignaal als wanneer de bandendruk gelijk is aan de ingestelde waarde op de pompinstallatie. Als de pompstok van het ventiel wordt gehaald, stopt het piepsignaal en verdwijnt de melding in de display en staat daar de ingestelde druk. Vaak zal een gebruiker bij een foutmelding ten onrechte denken dat de pompactie is voltooid en de band de ingestelde spanning heeft bereikt.

De druksensor meet de druk vaak in honderdsten nauwkeurig en meet daarmee nauwkeurig de druk in de band, voor, tijdens en na het corrigeren. De computer in de luchtpomp past zelf geen correcties toe afhankelijk van de omstandigheden. De gebruiker wordt geacht zelf correcties op de adviesspanning toe te passen voor opgewarmde banden, winterbanden, buitenluchttemperatuur en afwijkende bandenmaat.

De druksensor kan pas vanaf circa 0,3 bar druk in een band registreren dat de pompstok op een ventiel is gedrukt en dat de band moet worden opgepompt. Is de band lek of bijna helemaal leeg, dan gebeurt er niets als de pompstok op het ventiel wordt gedrukt. Daarom zit er een extra knop op de luchtpomp met het symbool van een lege/leke band. Door die in te drukken, zal de luchtpomp na enige seconden een aantal stoten perslucht geven. Het is de bedoeling dat indien een band dus onder de drempelwaarde van de detectie van de druksensor zit, eerst met deze stoten lucht de druk in de band wordt verhoogd naar meer dan 0,3 bar. Vervolgens signaleert de druksensor dat de pompstok is aangesloten en gaat die pompen en normaal functioneren.

De gebruiker moet dus zelf een aantal aspecten goed weten en begrijpen, voordat die de luchtpomp gaat gebruiken en de druk in de display instelt. De eerste stap is al belangrijk: de juiste adviesspanning verschilt per autotype en uitvoering en is afhankelijk van de aanwezige bandenmaat. Belangrijk is te weten dat de adviesspanning zoals de autofabrikant in de auto weergeeft op een sticker of in het technische boekje geldt bij een temperatuur van 20 graden Celsius en de weergegeven bandenmaat. Op basis van de door de fabrikant geadviseerde spanning bij normaal gebruik, zijn dus de volgende correcties noodzakelijk:

- afwijkende buitenluchttemperatuur;
- aanwezigheid van opgewarmde banden;
- aanwezigheid van winterbanden;
- een afwijking van de aanwezige bandenmaat ten opzichte van voorgeschreven bandenmaat.

In de praktijk levert dit vaak een andere in te stellen bandenspanning op dan op de sticker staat. De gebruiker moet bewust op het display van de gangbare luchtpompen kijken om de huidige bandenspanning te kunnen zien. Als hij of zij dat niet doet is het mogelijk dat de gebruiker onbewust een verlaging van de bandenspanning instelt.

3.3 Impact verbeterd gebruik van de pomp

In deze paragraaf gaan we na, wat een verbeterd gebruik van de pomp op zou leveren. Hierbij maken we een ‘wat-als’-beredenering:

- Wat als de gebruiker na een foutmelding de band alsnog op spanning brengt³?
- Wat als gebruikers de juiste correctiefactoren zouden toepassen?
- Wat als de pomp de spanning in de banden niet kan verlagen (niet afblazen)?
- Wat als gebruikers op dezelfde as, dezelfde spanning invoeren?

We nemen niet aan dat de gebruikers de voorgeschreven minimale adviesspanning invoeren. De intentie van de gebruikers om de pomp te gebruiken en de spanning die zij zelf willen instellen blijft hetzelfde, maar zij gebruiken de pomp nu op de juiste manier.

Voorkomen van onterecht beëindigen pompen bij foutmelding

In de praktijkmeting kwam het bij 3 van de 341 gemeten banden voordat de pomp een foutmelding gaf. In al deze gevallen stopte de gebruiker met het oppompen van de banden, waardoor niet de gewenste spanning werd bereikt. Het foutsignaal van de pompinstallatie is hetzelfde als het signaal dat aangeeft dat de ingestelde bandenspanning is bereikt. Gebruikers die niet goed op het display van de pompinstallatie kijken kunnen bij een foutmelding daarom ten onrechte denken dat de band de juiste spanning heeft bereikt. We nemen in de ‘wat-als’-benadering aan dat voor deze drie gevallen wel de ingestelde spanning wordt bereikt.

Instellen van de juiste correctiefactoren

Voor elke auto heeft de autofabrikant vastgesteld met welke bandenmaat die is uitgevoerd en welke adviesspanning daarbij past⁴. De voorgeschreven adviesspanning voor een auto kan op verschillende plekken worden gevonden te weten (Band op Spanning, 2019):

- in het instructieboekje van de auto;
- aan de binnenkant van de tankdop;
- op een sticker in de deurstijl van de bestuurder, op de achterkant van de zonneklep of in het handschoenenkastje.

Er moeten vervolgens echter correctiefactoren worden toegepast. We lichten kort toe waarom deze correctiefactoren relevant zijn, hoe ze moeten worden toegepast en hoe groot ze zijn. Het gaat om correcties voor:

- warme banden;
- gebruik van winterbanden;
- buitentemperatuur.

³ We nemen hierbij aan dat de pomp bij het stoppen een specifiek herkenbaar foutgeluid geeft en de gebruiker daarom alsnog de band op de ingestelde spanning brengt.

⁴ De adviesspanning wordt standaard weergegeven bij koude banden en dat is volgens afspraak 20°C.

Warme banden

Door het rijden met een auto neemt de bandentemperatuur (door o.a. wrijving met het wegoppervlak) toe. Een hogere temperatuur van de band zorgt ervoor dat de lucht in de band ook opwarmt en de druk in de band stijgt⁵. Het advies is om 0,3 bar bij de adviesspanning op te tellen zodra er minimaal 5 kilometer of 15 minuten met de auto gereden is (Kiesdebesteband.nl, 2019). Meer dan de helft (63%) van de auto's in de steekproef had warme banden. Volgens de afgenomen enquête heeft geen enkele gebruiker hiervoor een correctie toegepast.

Winterbanden

De adviesspanning volgens de sticker of instructieboekje in de auto is voor een zomerband. Indien een auto winterbanden heeft wordt geadviseerd 0,2 bar bij de adviesspanning op te tellen (Kiesdebesteband.nl, 2019). In de steekproef had 11% van de auto's winterbanden onder de auto's. Volgens de afgenomen enquête heeft geen enkele gebruiker hiervoor een correctie toegepast.

Buitentemperatuur

De correctie voor buitenluchttemperatuur is alleen van toepassing bij auto's met koude banden. Van de voorgeschreven bandenspanning wordt verondersteld dat deze waarde gebaseerd is op een omgevingstemperatuur en bandtemperatuur van 20°C (werkplaats). Er wordt een temperatuurcorrectie toegepast van 0,1 bar per 10°C, echter alleen als de omgevingstemperatuur lager is dan 10°C of hoger dan 30°C (M+P, 2018). In de steekproef waren er zeventien metingen waarbij een temperatuurcorrectie had moeten worden toegepast (18%). Volgens de afgenomen enquête heeft geen enkele gebruiker hiervoor een correctie toegepast.

Niet afblazen

Ook berekenen we het effect van 'niet afblazen'. Voor een deel van de banden wordt namelijk de spanning in de band niet verhoogd, maar verlaagd. Indien de gebruiker een lagere bandenspanning instelt op de pompinstallatie dan de aanvangsspanning dan zal de installatie volgens de huidige technische werking lucht uit de band halen en daarmee de bandendruk verlagen. Dit noemen we afblazen. Het verlagen van de bandenspanning is onwenselijk en wordt in de instructie afgeraden. Het afblazen kan voorkomen worden door dit technisch of softwarematig onmogelijk te maken. In de steekproef wordt van 24% van de banden de spanning verlaagd.

Gelijke bandenspanning per as

De consequentie van niet afblazen is dat er dan bij hogere aanwezige bandenspanningen dan waarop de luchtpomp is ingesteld, de hogere bandenspanning blijft staan. Om te voorkomen dat dan per as verschillende bandenspanningen kunnen optreden (wat de verkeersveiligheid en de wegligging negatief kan beïnvloeden) moet de gebruiker de bandenspanning per as gelijkzetten. In de 'wat-als'-benadering wordt aangenomen dat de gebruiker beide banden op dezelfde as op de hoogst aangetroffen spanning gelijkzet.

⁵ Uit de eerste hoofdwet van de thermodynamica volgt dat in een gesloten systeem (zoals een autoband) de druk evenredig toeneemt met de temperatuur.

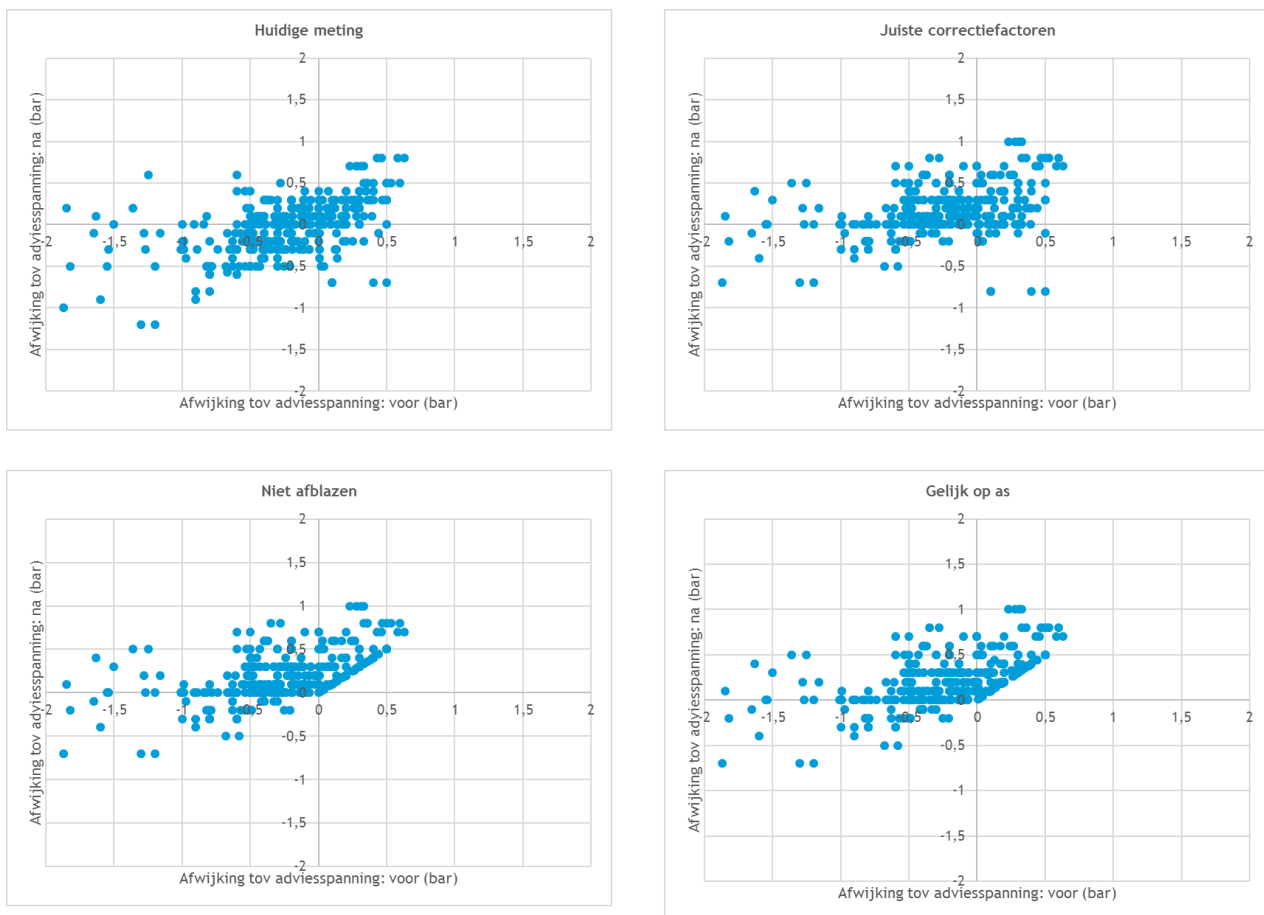


Potentiële impact verbeterd pompgebruik

We zijn nagegaan wat de gevolgen zouden zijn geweest indien de 92 personen uit de steekproef de pomp op een betere manier zouden hebben gebruikt volgens de bovenstaande vier 'wat-als'-benaderingen. Het gevolg zou onder andere zijn dat elf personen een winterbandencorrectie, zestien een buitentemperatuurcorrectie en 58 een warme bandencorrectie zouden toepassen. Een aanzienlijk deel van de geobserveerden zou door het toepassen van deze correcties met een hogere bandenspanning zijn weggereden dan in de steekproef het geval was. Het totaal aantal banden waarvan de spanning zou worden verlaagd zou dalen van 24 naar 0%. Voor 11% van de observaties geldt dat de bandenspanning nog steeds niet de minimale adviesspanning bereikt. Dit komt doordat zij een lagere bandenspanning instellen op de pomp.

Figuur 5 laat zien hoe de puntenwolk van waarnemingen verandert indien gebruikers bovengenoemde drie veranderingen in het pompedrag hadden laten zien. Het aantal observaties in het vak linksonder neemt sterk af. Dat betekent dat het aantal banden dat met onderspanning arriveert en ook met onderspanning vertrekt in deze 'wat-als'-scenario's veel lager is.

Figuur 5 - Invloed van niet afblazen, juiste adviesspanning en correctiefactoren toepassen op de zes waarnemingscategorieën



In Tabel 5 zien we dat de gemiddelde bandenspanning van het toepassen van de vier correcties zou hebben geleid tot een hogere bandenspanning van 0,24 bar (+0,43 ten opzichte van +0,20 in huidige situatie). Verder valt op dat in dit scenario nog steeds 11% van de observaties na het oppompen van de banden onderspanning heeft.

Tabel 5 - Overzicht van effect op aantal banden met onderspanning, gemiddelde bandenspanning t.o.v. adviespanning en toename van de bandenspanning als gevolg van de verschillende 'wat-als'-scenario's

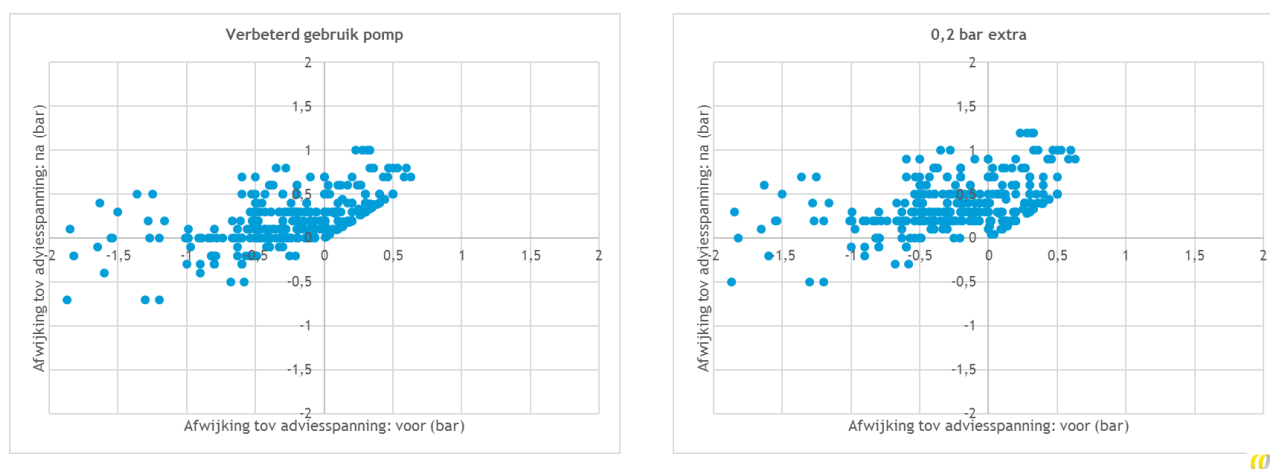
Situatie		Aandeel banden met onderspanning (%)	Gemiddeld bandenspanning t.o.v. adviespanning (bar)	Effect van oppompen van de banden (bar)
Meting voor gebruik luchtpomp		66%	-0,24	
Meting na gebruik luchtpomp		44%	-0,04	0,20
'Wat-als'-scenario	Geen foutmelding	43%	-0,04	0,20
	Toepassen juiste correctiefactoren	15%	0,15	0,39
	Niet afblazen	11%	0,19	0,43
	Gelijke spanning per as	11%	0,20	0,43

3.4 Impact hogere ingestelde spanning van 0,2 bar

Het is een extra optie om de ingestelde spanning met 0,2 bar extra te verhogen. Een argument hiervoor is dat de druk in de band langzaam terugloopt tijdens gebruik en dat het kiezen/invoeren van de gewenste spanning ertoe leidt dat er gemiddeld altijd met een te lage spanning wordt gereden. We hebben niet onderzocht of en in hoeverre het verhogen van de bandendruk boven de gewenste spanning gevolgen heeft voor de remweg.

Indien we aannemen dat de gebruikers de ingestelde spanning verhogen met nog 0,2 bar extra, neemt de gemiddelde bandenspanning met 0,18 bar toe. Voor een deel van de observaties heeft de instelling geen effect, omdat zij al aan kwamen rijden met een hogere bandenspanning dan ingesteld en er niet wordt afgeblazen. In Figuur 6 zien we het effect van de instelling voor de observaties uit de praktijkmeting.

Figuur 6 - Invloed van het instellen van 0,2 bar extra voor de observaties uit de praktijkmeting



3.5 Resume/overzicht

In Tabel 6 zijn alle uitkomsten uit de vorige paragrafen gebundeld. We zien dat de bandenspanning van de gemiddelde automobilist die een pompinstallatie bij een tankstation gebruikt circa 0,2 tot 0,4 bar hoger kan worden wanneer de pomp op de juiste manier wordt gebruikt en bovendien de instelling wordt verhoogd met 0,2 bar.

Tabel 6 - Resume van alle effecten op aantal banden met onderspanning, gemiddelde bandenspanning t.o.v. adviesspanning en toename van de bandenspanning als gevolg van de verschillende 'wat-als'-scenario's

Situatie		Aandeel banden met onderspanning (%)	Gemiddeld bandenspanning t.o.v. adviesspanning (bar)	Effect van oppompen van de banden (bar)
Meting voor gebruik luchtpomp		66%	-0,24	
Meting na gebruik luchtpomp		44%	-0,04	0,20
Scenario	Geen foutmelding	43%	-0,04	0,20
	Toepassen juiste correctiefactoren	15%	0,15	0,39
	Niet afblazen	11%	0,19	0,43
	Gelijke spanning per as	11%	0,19	0,43
	0,2 bar extra	4%	0,37	0,61



4 CO₂-effect van verbeterd gebruik van de pompinstallatie

We hebben in Hoofdstuk 3 gezien dat de bandenspanning van de gemiddelde automobilist, die een gangbare pompinstallatie bij een tankstation gebruikt, 0,2 tot 0,4 bar hoger kan worden bij een beter gebruik van de pomp. In dit hoofdstuk berekenen we hoeveel brandstofbesparing en CO₂-reductie dit voor de voertuigen uit de steekproef en op landelijke schaal zou kunnen opleveren.

4.1 Methodiek

Voor het berekenen van de impact op brandstofverbruik en CO₂-uitstoot doen we een aantal aannames.

We hebben de brandstofbesparing bepaald voor de auto's uit de praktijkmeting. Dit zijn 92 auto's, waarvan voor 341 banden de bandenspanning voor en na het gebruik van de luchtpomp is bepaald. Voor onze berekening nemen we aan dat we beschikken over een representatieve steekproef. Dat wil zeggen dat het gemiddeld jaarkilometrage van deze auto's overeenkomt met het gemiddeld jaarkilometrage van personenauto's in Nederland (ongeveer 13.000 km/jaar, (CBS, 2019)). Het totale wagenpark in Nederland is 8,5 miljoen personenauto's (CBS, 2019).

We nemen verder aan dat het brandstofverbruik van de auto's in de steekproef representatief is voor personenauto's in Nederland. De gemiddelde CO₂-uitstoot voor personenauto's in 2018 was 173 gCO₂/km (CBS, 2019), wat overeenkomt met een brandstofverbruik voor een benzineauto van 7,3 liter per 100 km. Deze CO₂-emissies zijn directe emissies, exclusief de emissies van de brandstofproductie. Inclusief de emissies van brandstofproductie zijn de emissies ongeveer 20% hoger. De gemiddelde benzineprijs in 2018 was € 1,618 per liter (CBS, 2019)⁶.

Voor de auto's in de steekproef hebben we geen informatie over de frequentie waarmee de banden worden opgepompt. We nemen aan dat de auto's in de steekproef gemiddeld rondrijden met de gemiddelde bandenspanning voor en na het oppompen van de banden. Dit betekent dat wanneer een auto aankomt met 1 bar onderspanning en wegrijdt met 0,2 bar onderspanning, we aannemen dat deze auto gemiddeld rijdt met 0,6 bar onderspanning.

Het verband tussen brandstofverbruik en de bandenspanning baseren we op literatuuronderzoek. In Bijlage C geven we een overzicht van de gevonden literatuur. Op basis hiervan kiezen we er in dit onderzoek voor om de methodiek van TNO (2016) te volgen. Zij gaan uit van het volgende verband tussen rolweerstand (RRC) en de druk in de banden (P):

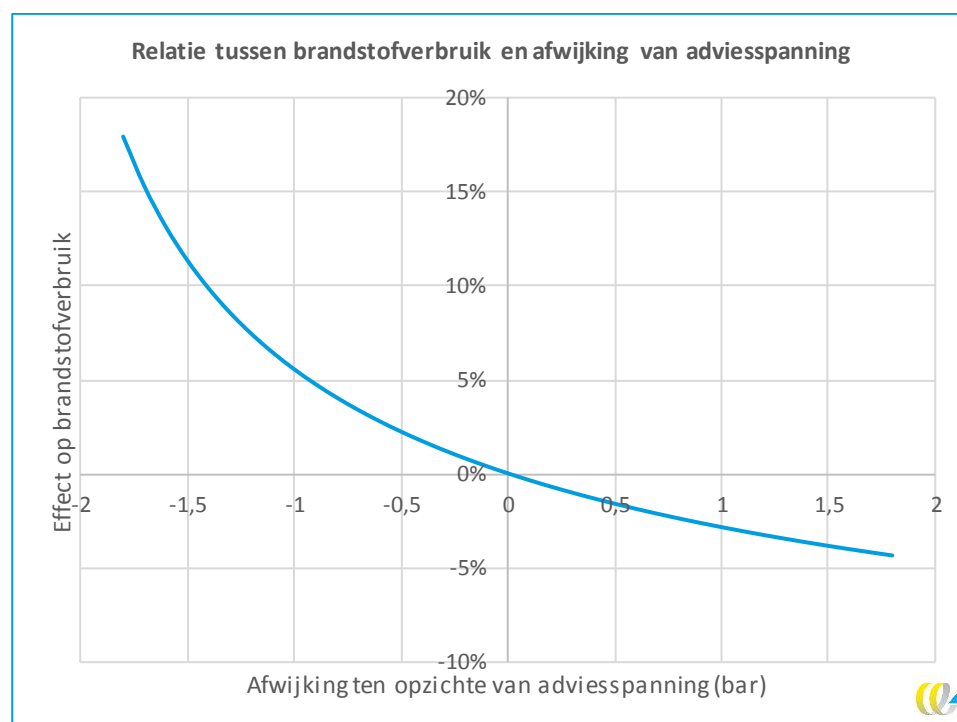
$$RRC \sim \left(\frac{P_{reference}}{P} \right)^{0,5}$$

⁶ Om de berekening eenvoudig te houden, rekenen we het wagenpark om in gemiddelde benzineauto's.



Hierin is RRC de rolweerstand, die evenredig is met de relatieve afwijking van de bandenspanning ten opzichte van de adviesspanning tot de macht 0,5. Bovendien gaat TNO uit van een gemiddeld aandeel van de rolweerstand in de totale weerstand van 18%. Volgens dit verband is het brandstofverbruik 0,9 tot 1,3% hoger per 10% onderspanning, afhankelijk van de mate van onderspanning. Hoe groter de onderspanning, hoe hoger het brandstofverbruik relatief is.

Figuur 7 - Relatie tussen brandstofverbruik en afwijking van adviesspanning



Met behulp van de meetdata uit de steekproef, de gevonden relatie tussen bandenspanning en brandstofverbruik en hierboven vermelde aannames berekenen we voor elke meting **bottom-up** de CO₂-uitstoot per jaar bij huidig gebruik van de luchtpomp, en bij verbeterd gebruik van de luchtpomp.

Hierbij is voor elke aparte meting opnieuw bepaald wat het effect zou zijn van de 'wat-als'-scenario's zoals die in Paragraaf 3.3 en 3.4 zijn opgesteld.

4.2 CO₂-effecten

De gemiddelde bandenspanning in de steekproef is voor gebruik van de luchtpomp -0,24 bar lager dan de minimale adviesspanning (zie Hoofdstuk 3). Na gebruik van de luchtpomp is dit -0,04 bar lager dan de minimale adviesspanning. Hieruit concluderen we dat deze auto's in de referentiesituatie gemiddeld rijden met een bandenspanning van -0,14 bar ten opzichte van de minimale adviesspanning. Gemiddeld wordt de bandenspanning in de referentiesituatie door gebruik van de luchtpomp 0,2 bar hoger.

In Hoofdstuk 3 hebben we gezien dat een beter gebruik van de pomp zal leiden tot een hogere gemiddelde toename van de bandenspanning bij gebruik van de pomp:

- Het voorkomen van de foutmelding, juist gebruik van correctiefactoren, voorkomen van afblazen en instellen van gelijke spanning per as, zorgt voor een toename van de bandenspanning van gemiddeld 0,43 bar. Dat is 0,23 bar hoger dan in de referentiesituatie.
- Het toepassen van 0,2 bar extra zorgt voor een toename van de bandenspanning van gemiddeld 0,61 bar. Dat is 0,41 bar hoger dan de referentiesituatie.

CO₂-effect binnen steekproef van gemiddelde auto

Op basis van de aannames zoals beschreven in Paragraaf 4.1 berekenen we dat de auto's in de praktijkmeting gezamenlijk ruim 1 miljoen kilometer per jaar rijden. Zij stoten gemiddeld 173 gram CO₂/kilometer uit, in totaal 191,5 ton CO₂. Dit is bij het huidige gebruik van de luchtpomp. Het totale brandstofverbruik voor de 92 auto's in de praktijkproef is 81.000 liter brandstof en de brandstofkosten zijn 131.000 euro.

Wanneer gebruikers met dezelfde intentie de pomp op een verbeterde manier zouden gebruiken (geen foutmelding, juiste correctiefactoren, niet afblazen, gelijke spanning per as), zou dit een extra brandstofbesparing van 0,9% opleveren. Dit zorgt voor een gemiddelde extra besparing van 19 kg CO₂, 8 liter brandstof en 13 euro per voertuig per jaar.

Het verhogen van de ingestelde spanning met 0,2 bar extra levert een brandstofbesparing van 1,5% op. Dit komt overeen met een besparing van 32 kg CO₂, 14 liter brandstof en ruim 22 euro brandstofkostenbesparing gemiddeld per voertuig per jaar.

De gemiddelde brandstofkosten per voertuig zijn bij dit brandstofverbruik en een gemiddeld jaarkilometrage van 13.000 km/jaar ruim 1.500 euro per jaar. Per voertuig levert het verbeterde band op spanning brengen een besparing dus 13 tot 22 euro per jaar op.

Tabel 7 - Potentiële effecten op CO₂-uitstoot, brandstofverbruik en brandstofkosten binnen de steekproef

Resultaat per gemiddelde auto	Huidig	Bij verbeterd gebruik pomp	Bij 0,2 bar extra
Voertuigkilometers per jaar (km)	12.984	12.984	12.984
Gemiddelde bandenspanning t.o.v. adviesspanning (bar)	-0,14	0,10 (+0,24)	0,27 (+0,41)
CO ₂ -uitstoot gemiddeld (g/km)	173,0	171,5	170,5
Relatief		-0,9%	-1,4%
CO ₂ -uitstoot per jaar (kg)	2.246	2.227	2.214
Vershil		-19	-32
Brandstofverbruik per jaar (liters)	950	942	936
Vershil		-8	-14
Brandstofkosten per jaar (€)	€ 1.537	€ 1.524	€ 1.515
Vershil		€ -13	€ -22

Opschaling naar landelijk niveau

Alle personenauto's in Nederland rijden gezamenlijk jaarlijks ongeveer 110 miljard kilometer. Zij stoten ongeveer 19,1 Mton CO₂ uit (directe emissies). Als we de resultaten uit de steekproef vertalen naar landelijk niveau, kan het beter gebruik van de luchtpomp jaarlijks 0,16 tot 0,28 Mton CO₂ besparen en 110-190 miljoen euro opleveren. De indirecte effecten beschrijven we in de volgende paragraaf.

Tabel 8 - Potentiële effecten op CO₂-uitstoot brandstofverbruik en brandstofkosten op landelijke schaal

Resultaat opgeschaald landelijk	Huidig	Bij verbeterd gebruik pomp	Bij 0,2 bar extra
Voertuigkilometers per jaar	110 miljard	110 miljard	110 miljard
Relatieve effect brandstofverbruik		-0,9%	-1,4%
CO ₂ -uitstoot (Mton)	19,1	19,0	18,8
Vershil		-0,16	-0,28
Brandstofkosten (miljoen)	€ 13.084	€ 12.971	€ 12.895
Vershil		€ -113	€ -189

Indirecte CO₂-effecten

Naast de impact op de directe CO₂-uitstoot zijn er ook nog positieve indirecte CO₂-effecten bij beter gebruik van de luchtpomp. We gaan in deze paragraaf kort in op twee van die effecten:

- CO₂-reductie bij brandstofproductie;
- CO₂-reductie bij bandenproductie.

Het verbeterd gebruik van de luchtpomp leidt tot een hogere gemiddelde bandenspanning en daardoor verminderd brandstofverbruik. Een indirect gevolg hiervan is dat er minder brandstof hoeft te worden geproduceerd. Ook hierbij komt CO₂ vrij. De ordegrrootte van CO₂-uitstoot bij brandstofproductie is ongeveer 20% van de directe CO₂-emissies. Deze CO₂-reductie wordt behaald in het land waar de brandstof wordt geproduceerd. Dat komt in de bovenstaande scenario's neer op ongeveer 30 tot 60 kton CO₂ per jaar.

Daarnaast leidt de hogere gemiddelde bandenspanning tot lagere bandenslijtage. Hierdoor gaan de banden langer mee. Bij de productie van banden komt CO₂ vrij. Een berekening van stichting Band op Spanning laat zien dat de CO₂-reductie die hiermee gepaard gaat significant is. De CO₂-reductie wordt behaald in het land waar de banden worden geproduceerd. Na een korte review op de berekening van Band op Spanning komen we tot de conclusie dat de CO₂-besparing door langere levensduur van de banden in de ordegrrootte van 20 tot 30 kton CO₂ per jaar is in het 'wat-als'-scenario waarin de bandenspanning het meest wordt verhoogd.

Beide indirecte CO₂-effecten worden niet toegerekend aan de sector verkeer en vervoer volgens de definitie die in het Klimaatakkoord wordt gehanteerd. Eventueel verbeterd gebruik van luchtpompinstallaties en bovengenoemde indirecte CO₂-reductie zou dus geen bijdrage leveren aan het doelbereik voor CO₂ in het kader van het Klimaatakkoord. Dit is ook de reden waarom we de indirecte CO₂-reducties apart bespreken.

5 Conclusies en discussie

5.1 Conclusies

Uit een praktijkmeting onder 92 gebruikers blijkt dat zij de bandenspanning gemiddeld met 0,2 bar verhogen. Dit is echter minder dan hun bedoeling was, hier zijn verschillende redenen voor gevonden:

- in een klein aantal gevallen geeft de pompinstallatie een foutmelding die lijkt op het signaal dat klinkt wanneer de band op spanning is;
- gebruikers blijken correctiefactoren voor winterbanden, warme banden en buitentemperatuur niet te kennen of toe te passen;
- in ongeveer een kwart van de gevallen verlagen gebruikers onbedoeld de bandenspanning, omdat de bandenspanning bij aanvang hoger was dan de spanning die zij hadden ingesteld;
- gebruikers letten er niet op dat de bandenspanning op één as gelijk is aan de hoogst gemeten waarde voor beide banden.

Bij nagenoeg alle luchtpompen waar de praktijkproef is gedaan was voorlichting aanwezig vanuit de gedragscampagne ‘Kies de Beste Band’.

Met behulp van de meetdata en scenario's waarin bovenstaande problemen worden ondervangen is berekend wat het verbeterd gebruik van de luchtpomp in de praktijk kan opleveren aan brandstofbesparing, CO₂-besparing en kostenbesparing.

Hieruit blijkt dat verbeterd pompgebruik tot een CO₂-reductie kan leiden van maximaal 0,28 Mton CO₂ per jaar op landelijk niveau en een kostenbesparing van 190 miljoen euro per jaar. Indirect leiden verminderd brandstofverbruik en langere levensduur van de banden tot iets minder dan 0,1 Mton CO₂-besparing.

5.2 Discussie

Door een aantal onzekerheden kunnen de besparingen hoger of lager uitpakken dan berekend in dit rapport. De berekening gaat uit van de huidige situatie en neemt een groei van het aantal personenauto's en kilometers, of een verandering in de samenstelling van het wagenpark (bijvoorbeeld een trend naar grotere auto's) niet mee.

Verder zal het vaker gebruiken van de luchtpomp hogere besparingen opleveren. De berekening van de besparing in dit rapport is een theoretisch maximaal potentieel. We gaan ervan uit dat de totale CO₂-besparing door het verbeterd oppompen van de banden gedurende het hele jaar optreedt en nemen dus aan dat het gehele jaar de bandenspanning hoger is. Hiervoor moeten mensen wel regelmatig hun banden oppompen. In de praktijk kan de besparing iets lager uitpakken.

Bij gebruik van zuinigere banden wordt het effect van verbeterd pompgebruik kleiner, evenredig met het behaald relatief effect van zuinigere banden. Bij minder frequent gebruik van de pompinstallatie kan het effect kleiner worden (hier rekenen we met het maximaal potentieel). Verder gaan we er in de berekening van uit dat de gebruikers van alle 8,5 miljoen personenauto's hun banden zelf oppompen. Bij minder gebruikers wordt het behaalde effect evenredig kleiner.

Daarnaast zullen personenauto's in de toekomst zuiniger worden onder invloed van de CO₂-normering vanuit de EU en neemt het aandeel elektrische auto's in de vloot toe. De absolute brandstof- en kostenbesparing zoals berekend in dit rapport zal daardoor in de toekomst lager uitvallen. Bij de overgang naar elektrische personenauto's zal overigens nog steeds de energiebesparing van 1 tot 1,5% optreden.

Het rapport beschrijft de potentiële besparing bij personenauto's. Voor bestelauto's is er mogelijk ook een besparingspotentieel.

In dit rapport gaan we ervan uit het de intentie van gebruikers is (en blijft) om de bandenspanning te verhogen. Uit de meting blijkt echter dat een groot deel van de gebruikers niet de juiste minimale adviesspanning instelt. Zelfs na correctie van genoemde gebruiksfactoren én het extra ophogen van de spanning met 0,2 bar wordt nog steeds respectievelijk 11% en 4% niet tot de minimale adviesspanning opgepompt. Ook daar ligt dus nog mogelijk een besparingspotentieel.

6 Literatuur

Abdel-Fattah, O. Y., 2013. Effect of Low Tyres Pressure on the Vehicles Fuel Consumption,, Vol 1, 2013.. *International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology*, Issue 1.

Band op Spanning, 2019. *Band op spanning : Klimaatwinst met goed opgepompte banden*. [Online]
Available at: <https://www.bandopspanning.nl/>
[Geopend 2019].

CBS, 2019. *Emissies naar lucht op Nederlands grondgebied; wegverkeer*. [Online]
Available at: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7063/table?dl=2A5C1>
[Geopend 2019].

CE Delft; ECN; TNO, 2014. *CO2-reductie door gedragsverandering in de verkeerssector*, Delft: CE Delft.

Kiesdebesteband.nl, 2019. *Homepage : Wat weet jij over winterbanden (Winter 2019)*. [Online]
Available at: <https://kiesdebesteband.nl/>
[Geopend 2019].

Klimaatberaad, 2019. *Klimaatakkoord*, Den Haag: Rijksoverheid.

OECD/IEA, 2005. *Making cars more fuel efficient :Technology for Real Improvements on the road*, Paris: OECD/IEA .

Sivinski, R., 2012. *Evaluation of the Effectiveness Of TPMS in Proper Tire Pressure Maintenance*, Washington, C: National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).

TNO, 2016. *Potentiële baten van Triple-A banden in 2013, 2016 en 2020*, Delft: TNO, Earth, Life & Social Sciences.

Vaghese, A., 2018. *Influence of Tyre Inflation Pressure on Fuel Consumption, Vehicle Handling and Ride Quality : Modelling and Simulation*, Göteborg: Chalmers University of Technology.

Waddell, W. H., 2007. *Inflation Pressure Retention Effects on the rolling resistance and vehicle fuel economy presented to California Air Resources Board 13 mei 2008*, Sacramento (Ca): Exxon Mobile, Global Specialty Polymers Technology.

Waddell, W. H., 2012. Effect of Inflation Pressure loss Rates on Tire Rolling Resistance, Vehicle fuel Economy, and CO2 Emissions - Global Aanlysis. *Raw Materials and Applications* , pp. 45-51 .



A Enquêteformulier

Onderzoek tankstations: (geef bij je introductie een ventieldop sleutel)

Locatie:	Naam (onderzoeker):	Datum/tijd:			
Kenteken:	Man/vrouw	Buitentemperatuur:			
Ingestelde bandenspanningen:	Voorbanden:	Achterbanden:			
Metingen 4x: (Rechts/Links) Geen meting bij een band? Vraag de reden.	RV:	RA:	LV:	LA:	
Keek de automobilist tijdens het pompen naar de display met metingen? ja/nee of is er een ander persoon die dit doet? ja/nee					
Wacht de automobilist op het piepsignaal voor die naar de volgende band gaat? ja/nee					

Ter afronding van de observatie moeten de volgende punten worden genoteerd en **maak altijd een foto van de sticker met advies bandenspanningen**. (staat in tankdop, deurstijl bestuurder of technisch boekje)

Bandenmaat vooras:	Bandenmaat achteras:	Winterbanden ja/nee
--------------------	----------------------	----------------------------

Verzoek de automobilist mee te helpen aan het onderzoek door enkele vragen te beantwoorden.
Dit kost ongeveer 1 minuut. (Let op; bij vraag 4 de vier omstandigheden echt even noemen)

1	Heeft u een Leaseauto (van de zaak) of is het uw eigen particuliere auto ? (omcirkel)				
2	Heeft u voordat u begon met oppompen circa 5 km of 15 minuten gereden? ja/nee				
3	U heeft de pomp ingesteld op een bepaalde bandenspanning. Hoe komt u bij deze Bandenspanning? (omcirkel beste gelijkende antwoord, als je dit bij de observatie al gezien hebt, vul dit dan zelf in)				
	Opgezocht in tabel op pomp	Sticker in tankdop	Uit technisch boekje	Sticker in deurstijl	Ik neem de waarde die op de band staat
	Ik weet de spanning zelf	Op advies dealer of garage	Ik neem de waarde in de display van de luchtpomp bij aanvang		Anders:
4	Heeft u de advies bandenspanning die u nu heeft ingesteld op de luchtpomp aangepast aan de volgende 4 omstandigheden? (noteer de correctiewaarde in de spanning, in bar)				
	Een aanpassing voor rijden met warme banden ? ja/nee correctie:	Een aanpassing voor de huidige buitenlucht-temperatuur ? ja/nee correctie:	Heeft u gecheckt of de aanwezige bandenmaat gelijk is aan de bandenmaat die bij de adviesspanning op de sticker of bron staat? ja/nee correctie:		Een aanpassing voor rijden met winter-banden ? ja/nee correctie:
5	Heeft u gekozen voor de normale of hoog belaste adviesspanning, of een andere voorkeur zoals in sticker of boekje wordt weergegeven?				
	Normale belasting/snelheid	Hoge belasting/snelheid	Ecospanning	Comfortspanning	Anders/weet niet:
6	Wat is de aanleiding om nu, hier de bandenspanning te controleren? (Wat past het best bij het antwoord:)				
	Ik heb net getankt, denk er nu aan en ben er nu toch	Ik pauzeer, eet, drink en denk er nu aan en ben er nu toch	Ik kom voor de pomp, het is weer tijd	Mijn TPMS/ dashboard lampje geeft een signaal	Ik voel bij het rijden dat ik mijn banden moet oppompen
	Ik zag dat 1 of enkele banden opgepompt moeten worden				

Is de spanning verlaagd? Of is er een (mogelijk) lekke band? Stel de extra vragen op de achterkant. Noteer daar ook de informatie over de luchtpomp.



Stel deze vragen (7 of 8+9) alleen als dit van toepassing is. Help de automobilist eventueel met nogmaals de spanning goed in te stellen met de juiste correcties en pomp goed op.....:

7	U heeft uw spanning bij 1 of meer banden verlaagd en rijdt met een lagere bandenspanning verder dan waarmee u kwam. Wat vindt u daarvan?			
	Dat wist ik niet/verbazing	Vreemd, kan toch niet waar zijn?/ reageert ongelovig	Onverschillig/ is oké	Kan het apparaat dat niet beter doen?
8	U heeft een erg lege/mogelijk lekke band (1,5 bar of lager), wist u dat? ja/nee			
9	Rijden met een dergelijke band is gevaarlijk. Vindt u dat u hiervoor gewaarschuwd moet worden door de pomp met bijvoorbeeld een geluidssignaal? ja/nee			

Vul onderstaande informatie in over de gebruikte luchtpomp, maak ook altijd even enkele foto's van de luchtpomp in zijn geheel, van alleen de display en eventueel tabel.

Wat is het voor type locatie:		Bemand tankstation	Onbemand tankstation	Tankstation met wasstraat
Leverancier Luchtpomp: Air Serv / Savan / Hansa / of:			Merk techniek: AirTec / PCL /	Welke spanning staat in display bij start?
Zit er een sticker met gebruiksinstructie op? ja/nee		Is er een bandenspanningstabel aanwezig? ja/nee Wat is het meest recente jaartal?		Zit er een poster op met Kies de Beste Band? ja/nee
Noteer gebruikskosten (# euro per hoeveel minuten?):				
Is er een 2° display? ja/nee				
Bij ja:	Geeft die de resterende tijd na betalen? ja/nee			
	Of weergave meting van de bandenspanning? ja/nee			
	Loopt de weergegeven waarde in de display op tijdens het oppompen? ja/nee			
	Wat is de getoonde waarde na oppompen van de band? 1^{ste} meting/eindwaarde			



B Werkwijze bij observaties

Bij de observaties is een opname- en enquêteformulier gebruikt waarbij diverse variabelen worden geregistreerd (zie Bijlage A). De belangrijkste variabelen hierbij zijn de vier bandenspanningen bij aanvang van de pomptransactie en het vertrek van de auto. Hierbij worden de waarden afgelezen in de display van de luchtpomp en in bar geregistreerd met 1 of 2 decimalen achter de komma, al naargelang dit zichtbaar is in de display. Daarnaast worden zaken als kenteken, bandenmaten, de eventuele aanwezigheid van een winterband en de buitenluchttemperatuur geregistreerd. Naast de observaties zijn er zes vragen met variabelen die gesteld moeten worden. En afhankelijk van de situatie zijn er drie vervolgvragen die mogelijk gesteld moeten worden. We lichten dat hieronder verder toe.

De werkwijze van de onderzoeker is zo opgezet dat die geen invloed heeft op de werkwijze en het gebruik van de luchtpomp door de automobilist. De onderzoeker heeft zich zo opgesteld dat die een automobilist die stopt bij de luchtpomp eerst kan observeren in de voorbereidende handelingen. Hierbij kunnen de diverse handelingen/acties voorafgaand aan het daadwerkelijk gebruik van de luchtpomp worden geregistreerd zoals:

- Raadpleegt de automobilist (m/v?) een bron van de te gebruiken adviesspanning (sticker/boekje/tabel op de pomp/etc.)?
- Checkt die de aanwezige bandenmaat?
- Leest die de sticker/aanwijzingen/informatie op de luchtpomp?

Zodra de automobilist aanstalten maakt de gewenste spanning op de luchtpomp in te stellen, loopt de onderzoeker naar de automobilist toe, stelt zich netjes voor en verzoekt of die mag meekijken in het kader van een onderzoek. Eventueel kan worden uitgelegd als daar naar gevraagd wordt dat het onderzoek anoniem is, plaatsvindt in een breder kader en dat de automobilist gewoon kan doen wat die normaliter ook doet. Vervolgens start het vervolg van de observaties.

De onderzoeker observeert op een dussdanige wijze dat de gebruiker de werkwijze niet aanpast omdat die wordt geobserveerd, dus er worden geen aanwijzingen of andere tips gegeven. De onderzoeker mag geen deelnemer van het gebruik worden.

De onderzoeker kijkt op de display van de luchtpomp welke druk wordt ingesteld op de voor- en achteras en welke (4) metingen als eerste in beeld verschijnen bij de band. Dat is de druk van de band voor het corrigeren van de spanning door de luchtpomp begint. De onderzoeker observeert daarbij ook of de automobilist of een eventuele passagier tijdens het gebruik op de display kijkt en daar de werkwijze op aanpast en of de gebruiker wacht op de pieptoon voor die naar de volgende band gaat. Ook noteert de onderzoeker eventueel de laatst zichtbare spanning indien de automobilist vroegtijdig stopt met de bandenspanningscorrectie, of als er door een foutmelding (van de luchtpomp) een piepsignaal klinkt en de gebruiker dit interpreteert als eindsignaal en de volgende band gaat controleren.

Tijdens het meten/corrigeren van de spanningen van de vier banden kan de onderzoeker de bandenmaat van de voor- en achterbanden noteren en controleren, evenals de registratie of het zomer- of winterbanden zijn. Op een gegeven moment stopt de automobilist met bandenspanningen meten/corrigeren. Stel dan de noodzakelijke vragen 1 t/m 6 van het enquêteformulier.

Indien relevant, dus als de spanning bij één of meer banden is verlaagd of indien er een (mogelijke) lekke band is gemeten (meting van de spanning is onder de 1,5 bar), stelt de onderzoeker de vragen 7, 8 en 9.

De onderzoeker sluit af met het nemen van een foto van de informatiebron (sticker/boekje) zoals aanwezig is in de auto om het onderzoek af te ronden zodat het duidelijk bekend is wat de adviesspanning van de autofabrikant is (en de daaruit af te leiden bandenspanning op dat moment). De juiste adviesspanning en dus eventuele noodzakelijke correcties worden pas na afloop van het onderzoek bij verwerking van de data afgeleid van de foto van de bron, omstandigheden op het moment van gebruik en gegevens op de ingevulde enquête.

Tot slot wordt de automobilist vriendelijk bedankt voor de medewerking of indien gewenst kan de onderzoeker feedback geven op het gebruik. Vanzelfsprekend helpt de onderzoeker de automobilist met het opnieuw en correct oppompen van banden als dit niet juist heeft plaatsgevonden en de gebruiker dit verzoekt naar aanleiding van de feedback en constatering.

C Relatie brandstofverbruik en bandenspanning

Om het effect van het beter gebruiken van de pompinstallatie te bepalen berekenen we de besparingen aan de hand van het verband tussen brandstofverbruik en de bandenspanning. Op basis van literatuuronderzoek hebben we verschillende bronnen gevonden die dit verband geven. Tabel 9 presenteert de gevonden literatuur.

Tabel 9 - Literatuuroverzicht relatie tussen brandstofverbruik en bandenspanning

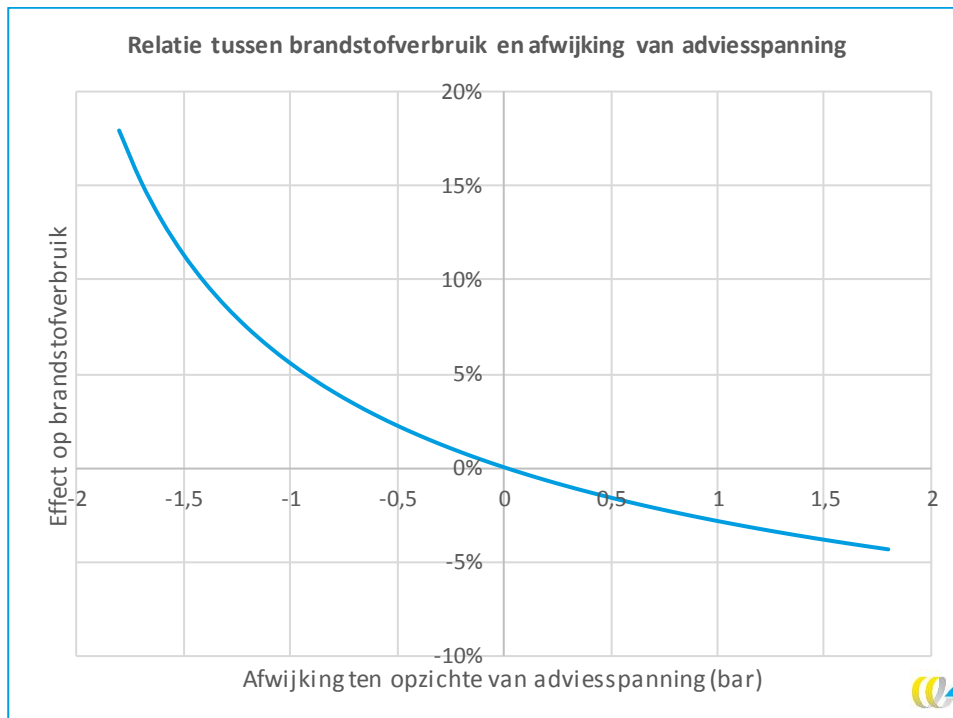
Bron	Relatie brandstofverbruik en bandenspanning
OECD, IEA (2005) Making cars more fuel efficient	1,32% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning.
Varghese (2018)	1,58-1,65% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning.
NHTSA (2012)	3,08% extra brandstofverbruik per 10% onderspanning. Literatuuronderzoek: 6 bronnen met waarden tussen 1 en 6% per 10% onderspanning.
Waddell (2012)	1,6% extra brandstofverbruik bij 10% extra rolweerstand.
Abdel-Fattah (2013)	1,8-2,2% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.
Waddell (2007)	Drukverlies tussen 1,5-4% per maand. De rolweerstand neemt toe met 2/3 van drukverlies: 1,5% drukverlies is 1% toename rolweerstand (dus $p/p_0 \sim 0.66 \sim rr/rr_0$). Tenslotte levert 10% lagere rolweerstand ongeveer 1-2% brandstofbesparing op. Conclusie: 1,1% tot 1,5% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.
TNO (2016)	$RRC \sim (P_{reference}/P)^{0.5-0.7}$ De waarde 0,5 is geschikt voor personenauto's. Het aandeel van de rolweerstand op de totale voertuigweerstand is gemiddeld 18%. Conclusie: 1,0 tot 1,3% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning.

De gevonden waarden in de literatuur variëren tussen de 1 en de 3% hoger brandstofverbruik per 10% onderspanning. In dit onderzoek kiezen we ervoor om de methodiek van TNO (2016) te volgen, namelijk het verband tussen rolweerstand en onderdruk en een gemiddeld aandeel van de rolweerstand van 18%. Het verband tussen bandenspanning en rolweerstand wordt gegeven door de volgende formule:

$$RRC \sim \left(\frac{P_{reference}}{P} \right)^{0,5}$$

Daarnaast resulteert een hogere rolweerstand van 10% in een meerverbruik van 1,8%. Hieruit volgt dat 10% onderspanning ongeveer een 1,0 tot 1,3% hoger brandstofverbruik veroorzaakt.

Figuur 8 - Relatie tussen brandstofverbruik en afwijking van adviesspanning



Een afwijking van -1 bar ten opzichte van de adviesspanning leidt tot gemiddeld ongeveer een 5% hoger brandstofverbruik.

D Technische bijlage

De technische bijlage beschrijft de minimale adviesspanning voor elke waarneming in de praktijkproef, zoals voorgeschreven door de fabrikant (volgens de autosticker of het autoboekje) en inclusief de geldende correctiefactoren op het moment van het gebruik van de luchtpomp.

De technische bijlage is beschikbaar bij Stichting Band op Spanning:
www.bandopspanning.nl/luchtpomponderzoek