



# Screening van milieu effecten

Ecologische evaluatie van verschillende  
reparatie methodes voor auto's

**Datum 17-10-2014**

Maurits van Kolck

Partner

**M** +31 6 21 52 68 19

**E** [maurits.vankolck@ecomatters.nl](mailto:maurits.vankolck@ecomatters.nl)

**W** [www.ecomatters.nl](http://www.ecomatters.nl)



ecomatters

## Inhoud

Inhoud .....	2
Afkortingen.....	3
1   Introductie.....	4
2   Samenvatting voor beleidsmakers .....	5
3   Methode.....	6
4   Resultaten .....	8
4.1   Scenario 1 – Milieuvriendelijk vervangend vervoer .....	8
4.2   Scenario 2 – Bandenspanning .....	10
4.3   Scenario 3 – Lak- en droog proces.....	12
4.4   Scenario 4 – Uitdeuken .....	14
4.5   Scenario 5 – Bumper reparatie.....	15
5   Conclusie en aanbevelingen .....	17
6   Bibliografie .....	20
Bijlage 1. Milieuvriendelijk vervangend vervoer .....	22
Bijlage 2. Bandenspanning .....	23
Bijlage 3. Lak- en droog proces.....	25
Bijlage 4. Uitdeuken .....	27
Bijlage 5. Bumper reparatie.....	28

## Afkortingen

CO <sub>2</sub> -eq	Carbon dioxide equivalent <sup>1</sup>
GaBI	Ganzheitliche Bilanz (naam van LCA software)
w%	Gewichtspercentage
IR	Infrarood
LCA	Life Cycle Assessment (ENG) of Levenscyclusanalyse (NL) <sup>2</sup>
MJ	Energie-eenheid (Megajoule)
GWP	Opwarming van de aarde (GWP) (ENG) of Aardopwarmingsvermogen (NL)
OV	Openbaar Vervoer
pkm	Persoon kilometer <sup>3</sup>
psi	Eenheid voor druk
UMS	Uitdeuken Met Spuiten
UV	Ultraviolet
UZS	Uitdeuken Zonder Spuiten

---

<sup>1</sup> Eenheid om aan te duiden hoeveel opwarming van de aarde een bepaald type broeikasgas kan veroorzaken over een bepaalde periode (vaak 100 jaar), met behulp van de functioneel equivalente hoeveelheid (concentratie) van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) als de referentie. Bijvoorbeeld, het opwarmingspotentieel van methaan is 25 kg CO<sub>2</sub>-eq. Dit betekent dat de potentiële opwarming van de aarde in 100 jaar door middel van de uitstoot van 1 kg methaan overeenkomt met de potentiële opwarming van de aarde door middel van de uitstoot van 25 kg koolstofdioxide.

<sup>2</sup> LCA is een methode die gebruikt wordt om de totale milieubelasting van een product of dienst te bepalen gedurende de hele levenscyclus. Dat wil zeggen dat er naar de milieubelasting wordt gekeken van de winning van de benodigde grondstoffen, de productie, het transport, het gebruik en de afvalverwerking.

<sup>3</sup> Weg die een persoon aflegt; 1pkm = 1 persoon legt een weg af van 1 km of 2 personen leggen een weg van 0,5km af.

## 1 Introductie

De Stichting Duurzaam Repareren heeft voor verschillende bedrijven in de automotive branche (o.a. garages, autowasstraten, schadeherstellers) een pakket van eisen opgesteld met daarin de specifieke wensen en eisen die zij stelt om hun diensten duurzaam uit te voeren. Voorbeelden van deze eisen zijn milieu impact, de gezondheid van medewerkers en kostenbeheersing.

Aangezien (potentiële) gebruikers van dit pakket zich afvragen wat de voordelen zijn van deze manier van werken, is de wens ontstaan om deze voordelen transparant te maken en uit te rekenen. In deze studie wordt ingezoomd op enkele belangrijke, milieu gerelateerde criteria die opgesteld zijn voor de schadeherstelbedrijven, welke als voorbeeld dienen voor het analyseren van het totaalpakket van maatregelen. Voor de berekeningen wordt de huidige 'normale manier van werken' vergeleken met het 'duurzaam repareren' over de gehele keten.

Ecomatters is een advies bureau op het gebied van duurzaamheid en chemische veiligheid, met uitgebreide ervaring in het modelleren en berekenen van LCA's, ecologische voetafdrukken, etc. Op basis van verschillende scenario's, gebaseerd op het pakket van eisen, heeft Ecomatters een Screening LCA<sup>4</sup> uitgevoerd. Hierbij zijn de milieuvoordelen van de duurzame reparatie ten opzichte van de gebruikelijke situatie doorgerekend en geanalyseerd.

De berekende scenario's zijn (1) Vervangend vervoer tijdens de reparatie, (2) Aanpassingen in de bandenspanning, (3) Het proces van UV en IR lakken en drogen ten opzichte van het gebruik van een spuitcabine, (4) Moderne reparatiemethodes zoals UZS en (5) Het repareren van de bumper in plaats van deze te vervangen.

Dit rapport bevat een omschrijving van de gebruikte methodes, een samenvatting van de ecologische voetafdruk van alle scenario's, een uitgebreide omschrijving van de resultaten en de bijbehorende conclusies en aanbevelingen. De aannames die gemaakt zijn voor deze studie zijn per scenario terug te vinden in de bijlagen.

---

<sup>4</sup> Een Screening LCA is een LCA studie die zich richt op de belangrijkste bijdragen van het te beoordelen systeem.

## 2 Samenvatting voor beleidsmakers

Voor vijf verschillende reparatiescenario's zijn modelberekeningen gemaakt, welke zijn gebaseerd op de LCA-methodologie. De resultaten van alle vijf scenario's tonen aan dat het scenario Duurzaam repareren altijd een lagere milieu-impact heeft dan het Basisscenario. Het toepassen van de richtlijnen van de Stichting Duurzaam Repareren voor het repareren van auto's leidt tot een aanzienlijke vermindering in de uitstoot van broeikasgassen en het gebruik van primaire energie, water en afval.

De grootste besparingen kunnen worden bereikt wanneer het gebruik van een spuitcabine wordt vermeden; er wordt negen keer minder CO<sub>2</sub>-equivalent uitgestoten als een IR of UV-technologie wordt gekozen om te lakken. Ook is er een significante reductie van milieueffecten mogelijk door het gebruik van moderne reparatiemethoden (scenario 4 en 5).

Tabel 1 geeft een overzicht van de algemene resultaten en daarmee de mogelijkheden voor het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen (CO<sub>2</sub>-eq).

Scenario	Eis	Basis scenario	Duurzame reparatie	CO <sub>2</sub> -eq reductie	Uitleg
1	<b>Generiek 3:</b> Milieuvriendelijk vervoer	B-label auto	Milieuvriendelijk vervoer	4-20% minder uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq	Door andere vervoersmiddelen aan te bieden wordt er uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq bespaard. Wel blijken veel klanten toch nog een auto te kiezen waardoor de besparing relatief beperkt is.
2	<b>Generiek 5:</b> Bandenspanning	Bandenspanning niet controleren	Bandenspanning Controleren en aanpassen	0,7 – 2% minder uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq	Door deze ingreep wordt ongeveer 0,3 tot 1% aan brandstof bespaard t.o.v. bandenspanning die niet op het goede niveau is.
3	Lak- en droog proces	Spuitcabine	Infrarood, Ultraviolet	90 - 98% minder uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq	Doordat er niet een hele spuitcabine hoeft te worden gebruikt wordt er veel energie en CO <sub>2</sub> -eq bespaard.
4	<b>Schade-herstel 2:</b> Moderne reparatie methodes	Uitdeuken met Spuiten (UMS)	Uitdeuken Zonder Spuiten (UZS)	99% minder uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq	Doordat er niet gespoten hoeft te worden is het gebruik van materialen zeer beperkt en dus een significante verlaging in grondstof verbruik.
5	<b>Schade-herstel 5:</b> Bumper reparatie i.p.v. vervangen	Bumper vervangen	Bumper repareren	65% minder uitstoot van CO <sub>2</sub> -eq	Doordat er geen nieuwe bumper hoeft te worden gebruikt scheelt dit veel in de CO <sub>2</sub> -eq uitstoot die gerelateerd is aan de gebruikte grondstoffen.

Tabel 1: Samenvatting van de resultaten per scenario

### 3 Methode

De modellen om de milieueffecten te berekenen per scenario zijn opgezet vanuit een levenscyclus perspectief. Hierdoor kunnen de milieueffecten van de gehele levenscyclus worden bepaald, oftewel van 'wieg tot graf'<sup>5</sup>. Indien nodig werden Screening LCA's uitgevoerd met de software GABI (zie Figuur 1 voor voorbeeld), om te bepalen waar in de levenscyclus van het product de 'hotspots' zitten, wat relevante activiteiten zijn en waar meer diepgaande informatie nodig was.

De gebruikte data is gedeeltelijk geleverd door CARE Autoschade (Zipp, 2014). Vanwege de beperkte hoeveelheid aan gedetailleerde informatie met betrekking tot materiaal en energie verbruik, zijn er veronderstellingen gemaakt welke nodig waren voor het uitvoeren van de studie. Deze aannames zijn gebaseerd op compilaties van bestaande gegevens (desk research). Een andere betrouwbare bron die is gebruikt is de LCA-database van Ecoinvent. Indien gegevens vooralsnog beperkt beschikbaar waren zijn er cut-offs gemaakt. Een voorbeeld hiervan is dat bij bepaalde tools zoals UV / IR-lampen en de spuitcabine alleen de effecten van de gebruiksfase zijn meegenomen in de berekeningen.

Welke specifieke milieueffecten er zijn berekend (en aan de hand van welke methodes dit is gedaan) staat weergegeven in Tabel 2.

Milieueffect	Eenheid	Gebuurkte methode voor het bepalen van het milieueffect
Opwarming van de aarde (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq	CML 2001 - Apr. 2013 (GWP 100)
Afvalproductie	kg	Afval accounting
Bruto primair energieverbruik	MJ	Primair energieverbruik van hernieuwbare en niet hernieuwbare bronnen (calorische waarde)
Water consumptie	kg	Zoetwater gebruik

Tabel 2: Gekozen milieueffecten en rekenmethodes

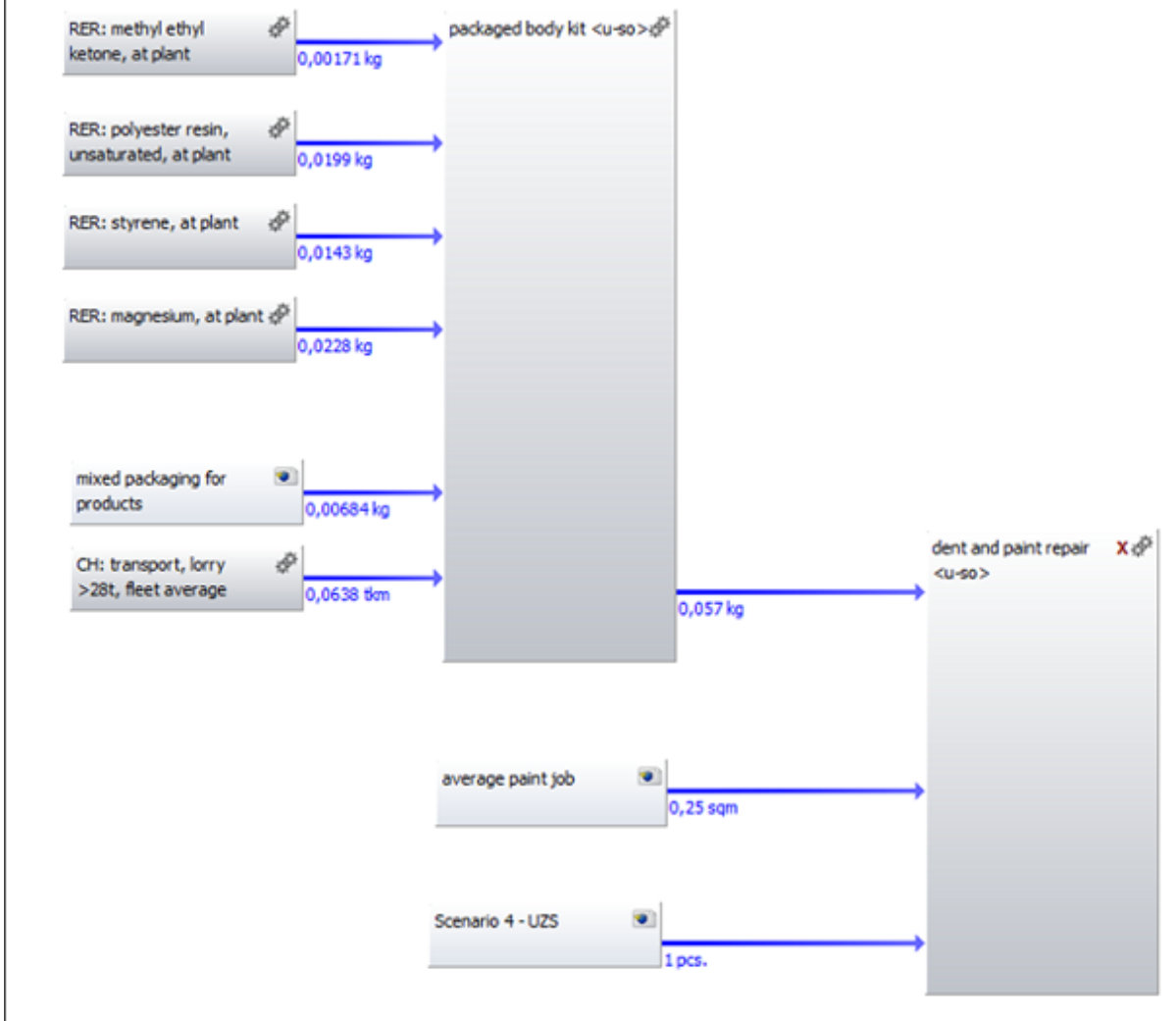
In bepaalde scenario's was het niet mogelijk om alle milieueffecten te berekenen, vanwege een gebrek aan gedetailleerde gegevens of een marginaal verschil tussen het Basisscenario (normale reparatie) en duurzame reparatie.

Aangezien alle berekeningen zijn gebaseerd op specifieke omstandigheden kunnen de resultaten van dit onderzoek alleen als leidraad worden gebruikt en niet worden gebruikt voor een ander (individueel) reparatie scenario.

<sup>5</sup> Een Wieg tot graf analyse is een andere benaming voor LCA. Het is dus een methode om de totale milieubelasting te bepalen van een product of dienst gedurende de hele levenscyclus, zowel bij de winning van de benodigde grondstoffen ('wieg'), als bij de productie, het transport, het gebruik en bij de afvalverwerking ('graf').

#### 4 - uitdeuken MET spuiten

GaBi process plan: Reference quantities  
The names of the basic processes are shown.



Figuur 1 Voorbeeld LCA Screening in GaBi

In Figuur 1 is een voorbeeld van een model weergegeven zoals deze in de software Gabi is gebruikt voor de studie. Hierin zie je het model voor het scenario 'Uitdeuken met spuiten'. Het uitdeukproces is rechts weergegeven, onder de naam 'dent and paint repair'. Voor dit proces wordt 0,057 kg body kit gebruikt, een standaard verfproces voor 0,25 m<sup>2</sup> oppervlak en een standaard mechanische reparatie ('Scenario 4-UZS'). Alle pijlen die in het proces 'packaged body kit' gaan, zijn de grondstoffen voor de gebruikte bodykit (in kg grondstof), verpakkingsmateriaal (in kg) en het transport van de grondstoffen en het verpakkingsmateriaal naar de fabriek waar de bodykit wordt gemaakt (in tkm<sup>6</sup>). In Bijlage 4 staat dit scenario in meer detail omschreven.

<sup>6</sup> Het transport dat een ton (1000 kg) aan materiaal aflegt over een afstand van 1 km; 1tkm = 1 ton materiaal legt een weg af van 1 km of 2 ton materiaal legt een weg van 0,5km af.

## 4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de gedetailleerde milieueffecten per scenario omschreven. Elke paragraaf begint met een introductie van de onderzochte vraag en een beschrijving van het veronderstelde Basisscenario en het duurzame reparatie alternatief. Ook is per scenario de gebruikte methode omschreven, om de reikwijdte van het model aan te duiden. In de resultaten wordt er onderscheid gemaakt tussen vier verschillende milieueffecten. Aan de hand van de berekeningen worden conclusies getrokken en de beperkingen van het model worden toegelicht.

### 4.1 Scenario 1 – Milieuvriendelijk vervangend vervoer

Er is een breed scala aan mogelijkheden om jezelf te vervoeren van A naar B, die allemaal een andere invloed op het milieu hebben. Echter zelfs de impact op het milieu bij het gebruik van een enkel vervoersmiddel kan verschillen, afhankelijk van het energieverbruik. Elke auto heeft een bepaalde energie-efficiëntie, welke wordt weergegeven door een energie-label. Zo zal het energieverbruik van een auto met een A-label om jezelf van A naar B te vervoeren lager zijn dan het energieverbruik voor het afleggen van dezelfde afstand met een D-label auto. Het doel van scenario 1 is om te achterhalen hoeveel CO<sub>2</sub>-eq uitstoot er bespaard kan worden als de mogelijkheden voor vervangend vervoer worden uitgebreid ten opzichte van het Basisscenario waarin alleen een B-label auto wordt aangeboden.

#### Basisscenario – vervangend vervoer

Een klant brengt een auto naar de garage om deze te laten repareren. Gedurende de reparatie heeft de klant de mogelijkheid om een vervangende auto te gebruiken. In het Basisscenario ontvangen alle klanten een middenklasse B-label auto te leen. In Tabel 3 is het Basisscenario omschreven met de bijbehorende variabelen.

Vervoerstype	Gebruikspercentage	CO <sub>2</sub> -equivalent kg CO <sub>2</sub> /pkm	Gemiddelde afstand km/dag
B-label auto	100%	0,133	62

Tabel 3: Basisscenario, scenario vervangend vervoer

#### Duurzame reparatie – vervangend vervoer

Bij de Duurzame reparatie biedt de garage de klant verschillende opties voor vervangend vervoer: A-label auto, B-label auto, fiets, openbaar vervoer, of Haal-en breng service. Vervolgens kiest de klant een van de opties, welke gebaseerd zijn op een bestaande mobiliteit mix van CARE Schadeherstel. De gebruikte variabelen worden omschreven in Tabel 4.

Vervoerstype	Gebruikspercentage	CO <sub>2</sub> -equivalents kg CO <sub>2</sub> /pkm	Gemiddelde afstand km/dag
A-label auto	42,5%	0,127	62
B-label auto	42,5%	0,133	62
Fiets	2%	0	5
Openbaar vervoer	0%	0,097	20
Haal- en breng service	5%	0,133	7
Geen vervangend vervoer	8%	0	0

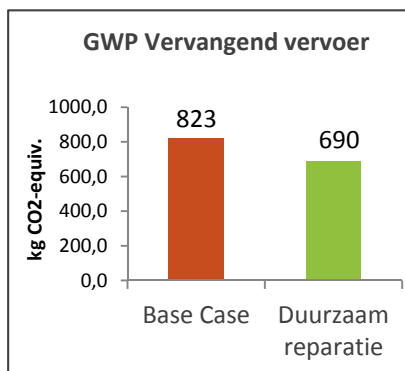
Tabel 4: Duurzame reparatie, scenario vervangend vervoer



### Methode – vervangend vervoer

Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-eq uitstoot zoals weergegeven in de derde kolom van Tabel 3 en Tabel 4 is de volledige levenscyclus beschouwd. Er is aangenomen dat er bij het gebruik van een A-label auto of een B-label auto een gemiddeld aantal personen in de vervangende auto wordt getransporteerd (1,6 personen per auto). De Haal- en breng service impliceert dat de klant eenmalig van de garage naar een locatie wordt gebracht en weer opgehaald wordt en dat er tussendoor geen vervoer nodig is. In het geval dat er helemaal geen vervangend vervoer nodig is, zal de klant zich tijdens de reparatie helemaal niet met een vervoersmiddel verplaatsen. Bij gebruik van het OV wordt er uitgegaan van een gemiddelde OV reis welke kan bestaan uit een Intercity trein, stoptrein, tram, metro en stadsbus. Echter in het geval van de mobiliteit mix van CARE Schadeherstel wordt er geen gebruik gemaakt van het openbaar vervoer (0%) en dus wordt deze optie niet meegerekend in het resultaat van de Duurzame reparatie zoals weergegeven in Figuur 2 en Tabel 5. Overige gedetailleerde informatie en een bijbehorend argumentatie voor de gebruikte methode is te vinden in Bijlage 1. Milieuvriendelijk vervangend vervoer

### Resultaat – vervangend vervoer



Milieueffect	Eenheid	Basisscenario	Duurzame reparatie	Relatieve besparing
Opwarming van de aarde (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq	820	690	16%
Afval productie	kg	-	-	-
Bruto primair energieverbruik	MJ	-	-	-
Water consumptie	kg	-	-	-

Figuur 2 Resultaat vervangend vervoer

Tabel 5: Milieueffecten van vervangend vervoer

De mogelijke opwarming van de aarde weergegeven in Figuur 2 en Tabel 5 is gebaseerd op 100 klanten die voor 1 dag vervangend vervoer gebruiken. Voor het bepalen van de andere milieueffecten was niet genoeg informatie beschikbaar.

### Conclusie – vervangend vervoer

De CO<sub>2</sub>-eq uitstoot van het scenario Duurzaam repareren is 16% lager dan in het Basisscenario. Dit verschil kan verhoogd worden tot 18% door de B-label Auto's uit het Duurzaam repareren scenario te vervangen door A label auto's. In het geval er nog meer varianten voor vervangend vervoer worden aangeboden dan in de huidige CARE mobiliteitsmix, kan er nog meer worden bespaard, in het bijzonder als er voor een fiets of het openbaar vervoer kan worden gekozen in plaats van het gebruik van een auto. Er kunnen geen conclusies worden getrokken met betrekking tot de afvalproductie of water consumptie, aangezien hier niet genoeg gegevens voor zijn.

### Beperkingen – vervangend vervoer

In het Duurzaam repareren scenario wordt er geen gebruik gemaakt van het openbaar vervoer als vervangend vervoer, omdat dit in de praktijk lastig bleek: OV kaarten zijn persoonlijk, wat het aanbieden van openbaar vervoer als vervangend vervoer bemoeilijkt. Als deze praktische

belemmeringen opgelost kunnen worden zou dit de impact van het Duurzaam repareren scenario verbeteren.

## **4.2 Scenario 2 – Bandenspanning**

De juiste bandenspanning is van belang voor een laag brandstofverbruik. Wanneer de bandenspanning correct is afgesteld, dan is de rolweerstand minimaal. De rolweerstand neemt toe indien de bandenspanning afneemt. Hogere rolweerstand leidt tot minder efficiënt rijden en dus een hoger brandstofverbruik. Meestal wordt de bandenspanning van een auto een keer per jaar aangepast door de eigenaar wanneer alleen zomerbanden worden gebruikt, of twee keer per jaar wanneer de auto rijdt op winter- en zomerbanden. In dit Bandenspanning scenario wordt het milieueffect berekend voor het scenario Duurzaam repareren, waarbij indien klanten langskomen bij een garage altijd de bandenspanning wordt gecontroleerd en aanpast totdat deze weer optimaal is.

### **Basisscenario – Bandenspanning**

Als een garage een auto repareert, wordt de bandenspanning niet gecontroleerd.

### **Duurzame reparatie – Bandenspanning**

Als een garage een auto repareert, wordt de bandenspanning altijd gecontroleerd en correct afgesteld.

### **Methode – Bandenspanning**

Voor de berekening van de milieueffecten van het primaire energieverbruik en het waterverbruik is gebruik gemaakt van de Wieg tot poort methode<sup>6</sup>. Voor het berekenen van het milieueffect GWP wordt wel rekening gehouden met de gebruiksfase (het autorijden). Met de overige aspecten van de levenscyclus van een auto (productie van een auto inclusief de banden en de afvalverwerking van een auto) wordt geen rekening gehouden.

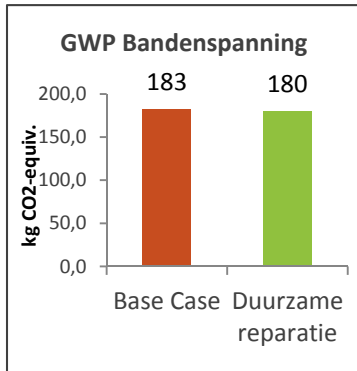
Voor de berekeningen zijn de percentages van autobezitters met winterbanden (33%) en bezitters met slechts zomerbanden (67%) gebruikt (NUgeld.nl, 2013). De gemiddelde afstand die wordt afgelegd met een auto is 968 km per maand (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013). Het resultaat is de gemiddelde CO<sub>2</sub>-eq emissies gedurende de tijdsperiode tussen het bezoek aan een garage en de eerstvolgende keer dat de bandenspanning wordt veranderd, met inachtneming van de hierboven genoemde voorwaarden. Overige gedetailleerde informatie en een bijbehorend argumentatie voor de gebruikte methode is te vinden in Bijlage 2. Bandenspanning

---

<sup>6</sup> Een Wieg tot poort analyse is een onderdeel van een complete LCA, waarin de effecten worden berekend van grondstofwinning (wieg) tot aan de fabriekspoort (dat wil zeggen, voordat het wordt getransporteerd naar de consument). De gebruiksfase en afvalfase van het product zijn in dit geval weggelaten.

### Resultaat – Bandenspanning

In Figuur 3 en Tabel 6 is het resultaat weergegeven van het Basisscenario (niet aanpassen van de bandenspanning) en het Duurzaam repareren scenario (wel aanpassen van de bandenspanning).



Figuur 3: GWP bandenspanning

Milieueffect	Eenheid	Basisscenario	Duurzame reparatie	Relatieve besparing
Opwarming van de aarde (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq	872	857	1,7%
Afval productie	kg	n.a.	n.a.	n.a.
Bruto primair energie verbruik	MJ	15.286	15.020	1,7%
Water consumptie	kg	577	567	1,7%

Tabel 6: Milieueffecten van het aanpassen van bandenspanning

### Conclusie – Bandenspanning

De besparing in milieueffecten in het scenario Duurzaam repareren is 1,7%. Wanneer klanten alleen gebruik maken van zomerbanden is de besparing door het vaker veranderen van de bandenspanning hoger, namelijk 2,0%, en in het geval dat klanten al elk half jaar hun banden wisselen omdat zij overstappen op winter- of zomerbanden is de winst 0,7%. De besparing van benzine in het geval van Duurzame reparatie kan oplopen tot 7,1 liter per reparatie in het geval van alleen gebruik van zomerbanden, bij het geval van “wisselende” banden wordt 1,2 liter per reparatie bespaard.

### Beperkingen – Bandenspanning

Er zijn verschillende type autobanden beschikbaar, met elk een eigen kwaliteit. Het zou kunnen dat de rolweerstand hierdoor afwijkt van de aangenomen gemiddelde rolweerstand. Er wordt aangenomen dat de auto eigenaren die alleen gebruik maken van zomerbanden zelf nauwelijks (1 keer per jaar) hun bandenspanning nakijken en aanpassen. Indien auto eigenaren dit zelf vaker doen dan 1 keer per jaar, dan zal de besparing die het Duurzaam repareren scenario oplevert ten opzichte van het Basisscenario minder zijn dan hier is aangegeven.

### 4.3 Scenario 3 – Lak- en droog proces

Er zijn verschillende mogelijkheden om cosmetische lak- en droog processen te doen. Dit scenario kwantificeert hoeveel de milieueffecten verschillen tussen UV / IR lak processen in vergelijking met het gebruik van een spuitcabine.

#### Basisscenario – Lak- en droog proces

Een auto onderdeel van 0,25m<sup>2</sup> dat moet worden gelakt wordt losgemaakt en vervolgens gelakt in een spuitcabine. Dit onderdeel hoeft niet te worden gerepareerd en dus wordt het onderdeel alleen maar losgemaakt en naar de cabine gebracht met als doel het lakken.

#### Duurzame reparatie – Lak- en droog proces

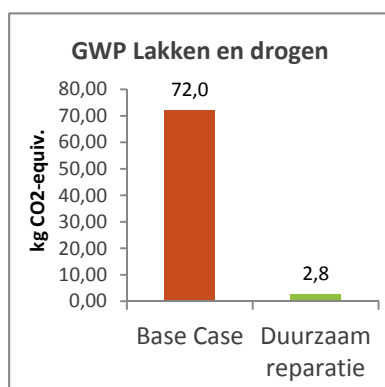
Een auto onderdeel van 0,25m<sup>2</sup> dat moet worden gelakt wordt niet losgemaakt, maar de rest van de auto wordt afgeplakt ter bescherming. Ook hier wordt ervan uitgegaan dat het onderdeel niet hoeft worden gerepareerd, maar alleen gelakt (50% IR, 50% UV).

#### Methode – Lak- en droog proces

In het model is rekening gehouden met de gehele levenscyclus van de lak, primer, wasbenzine, schuurpapier, tape en beschermfolie. Voor de lak, primer en reinigungsoplosmiddel is een gemiddelde verpakking verondersteld. Bij het berekenen van de milieueffecten van de uithardingsprocessen is alleen de gebruiksfase meegenomen, en dus niet productie en de afvalverwerking van spuitcabine en de IR- en UV-lampen, wegens een gebrek aan gegevens. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid lak gebruik per reparatie. Meer gedetailleerde informatie over de aannames en argumentatie is te vinden in Bijlage 3. Lak- en droog proces

#### Resultaat – Lak- en droog proces

In Figuur 4 en Tabel 7 is het resultaat weergegeven van het Basisscenario (gebruik van spuitcabine) en het Duurzaam repareren scenario (gebruik IR- en UV-lampen).



Figuur 4: GWP Lak- en droog proces

Milieueffect	Eenheid	Basisscenario	Duurzame reparatie	Relatieve besparing
Opwarming van de aarde (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq	72	3	96%
Afval productie	kg	0,07	0,2	-228% <sup>7</sup>
Bruto primair energie verbruik	MJ	1295	75	94%
Water consumptie	kg	33	6	82%

Tabel 7: Milieueffecten van het lak- en droogproces

<sup>7</sup> Ondanks dat het Duurzaam repareren scenario voor een relatief hoge afvalproductie zorgt, betreft het hier enkel een stijging van 0,13 kg afval per lak- en droog proces.

### **Conclusie – Lak- en droog proces**

In het geval IR- of UV lampen worden gebruikt dan zijn zeer grote besparingen op de milieueffecten mogelijk. Alleen de hoeveelheid afval die in het Duurzaam repareren scenario ontstaat is groter, aangezien er folie wordt gebruikt voor het afplakken van de auto. Hoewel het percentage aan afval dat erbij komt indrukwekkend lijkt (228%) gaat het in dit geval maar om een hoeveelheid afval van 0,13 kg dat in absolute getallen weer weinig indrukwekkend is. Het hoge GWP bij het gebruik van een spuitcabine is het gevolg van de gasconsumptie om de cabine te verwarmen.

### **Beperkingen – Lak- en droog proces**

Het lakken van enkel een klein oppervlak is niet representatief voor alle lak- en droogprocessen in een garage. In het geval het mogelijk is om meerdere onderdelen tegelijk te lakken in de spuitcabine en/of grotere onderdelen te lakken dan wordt de cabine efficiënter gebruikt. In dat geval zal de relatieve besparing bij het Duurzaam repareren scenario kleiner worden. Grote oppervlaktes en moeilijke geometrieën kunnen niet worden behandeld met IR- of UV lampen en dus is dit niet altijd een alternatief.

**Opmerking:** In de scenario's 4 en 5 wordt een auto onderdeel gelakt. Voor de berekeningen in deze scenario's wordt een gemixt lakproces gebruikt: 35% IR, 35% UV en 30% spuitcabine. Deze verdeling is willekeurig gekozen, er van uitgaande dat bij de meeste cosmetische lakprocessen kleine onderdelen worden gelakt.

#### 4.4 Scenario 4 – Uitdeuken

Intussen zijn er een aantal moderne reparatie methodes, waaronder het repareren van deuken zonder lakken. Hiervoor zijn speciale gereedschappen ontwikkeld. In dit scenario is berekend in hoeverre de milieubelasting kan worden verminderd als Uitdeuken Zonder Spuiten (UZS) wordt toegepast.

##### Basisscenario – Uitdeuken

Er zit een deuk in een auto zonder dat er schade aan de lak is aangebracht. De deuk wordt gedeeltelijk mechanisch verwijderd. Na de ruwe correcties wordt er een bodykit gebruikt om het verschil in niveau van de resterende vorm recht te maken. Daarna wordt er een oppervlak van 0,25 m<sup>2</sup> opnieuw geschilderd.

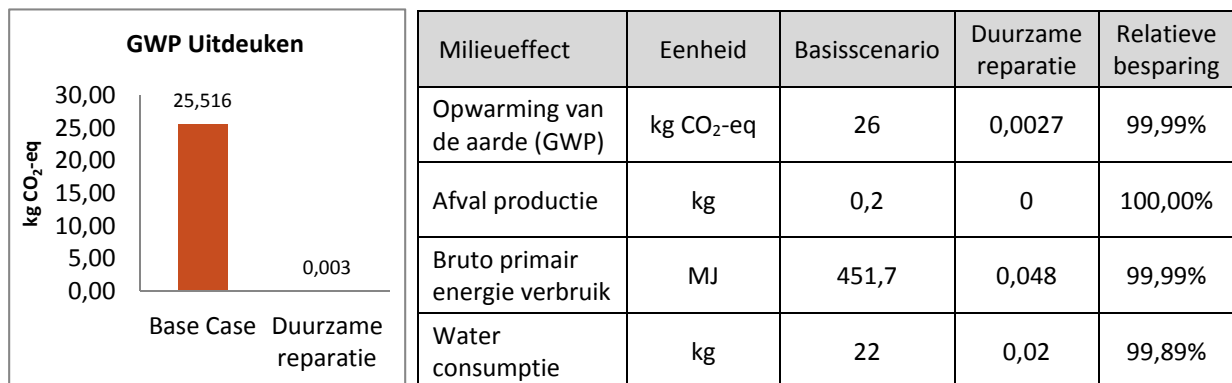
##### Duurzame reparatie – Uitdeuken

Er zit een deuk in een auto zonder dat er schade aan de lak is aangebracht. De deuk wordt geheel mechanisch verwijderd met uitdeuklepels, zonder gebruik van een bodykit.

##### Methode – Uitdeuken

Voor de Duurzame reparatie is er aangenomen dat er naast de grondstoffen die nodig zijn voor het produceren van de uitdeuklepels geen grondstoffen gebruikt worden, aangezien er niet genoeg informatie beschikbaar is over de UZS techniek en er geen elektriciteit en lak wordt verbruikt. In het Basisscenario wordt een gemiddeld lakproces aangenomen, zoals uitgelegd in scenario 3, en wordt de hele levenscyclus van de bodykit meegenomen. Meer gedetailleerde informatie over de aannames en argumentatie is te vinden in Bijlage 4.

##### Resultaat – Uitdeuken



Figuur 5: GWP Uitdeuken zonder spuiten    Tabel 8: Milieueffecten van het uitdeuken

##### Conclusie – Uitdeuken

De milieueffecten van het Duurzaam repareren scenario (het gebruik van de uitdeuklepels) zijn zo klein dat ze verwaarloosbaar zijn. Hierdoor wordt er bijna een besparing van 100% verkregen op de milieubelasting ten opzicht van het Basisscenario.

Ongeveer 90% van uitstoot van CO<sub>2</sub>-eq en het gebruik van primaire energie kan worden toegerekend aan het lakproces, de overige 10% is gerelateerd aan het gebruik van de bodykit. De afvalproductie in het Basisscenario is een gevolg van het gebruik van verpakkingsmaterialen voor de producten lak,

primer en bodykit. Twee derde van het watergebruik is gerelateerd aan het lak proces, de rest is een gevolg van het gebruik van een bodykit.

### Beperkingen – Uitdeuken

In het Basisscenario is uitgegaan van een gemiddeld lak proces, uitgaande van een gebruik van een spuitcabine in 30% van de gevallen. Indien dit in de realiteit een lager percentage is (omdat er vooral kleine oppervlaktes opnieuw moeten worden gelakt) kan dit percentage lager zijn. In dat geval zal het milieueffect van dit scenario lager uitvallen en vice versa.

## 4.5 Scenario 5 – Bumper reparatie

Een andere moderne reparatie methode is plastic reparatie bij een bumper. In dit scenario is berekend wat het milieueffect is van het repareren van een bumper ten opzichte van vervanging.

### Basisscenario – Bumper reparatie

In het Basisscenario zijn 10 bumpers en deze worden allemaal vervangen door een nieuwe bumper van de fabrikant.

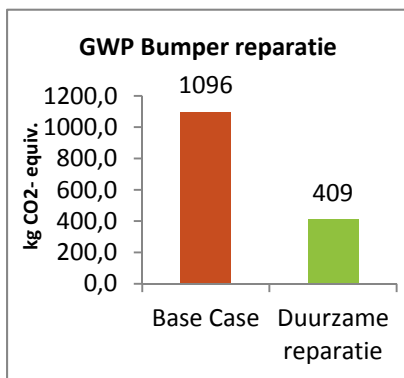
### Duurzame reparatie – Bumper reparatie

In de Duurzame reparatie worden 2 van de 10 bumpers vervangen, omdat deze te beschadigd zijn voor het gebruik van de moderne reparatie techniek. De overige 8 bumpers worden gerepareerd.

### Methode – Bumper reparatie

In het Basisscenario wordt het effect berekend van de productie van een nieuwe bumper, waaronder de productie, het schilderproces, het transport, de recycling van de afgedankte kapotte bumper en de afvalverwerking van het gebruikte verpakkingsmateriaal. In het Duurzaam repareren scenario wordt een plastic reparatie bodykit gebruikt en wordt er 0,25m<sup>2</sup> opnieuw gelakt. Meer gedetailleerde informatie over de aannames en argumentatie is te vinden in Bijlage 5.

### Resultaat – Bumper reparatie



Figuur 6: GWP Bumper reparatie

Milieueffect	Eenheid	Basisscenario	Duurzame reparatie	Relatieve besparing
Opwarming van de aarde (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -eq	1100	400	63%
Afval	kg	82,3	17,8	78%
Bruto primair energie verbruik	MJ	19.146,4	7.389,0	61%
Water consumptie	kg	1.223	0,4	71%

Tabel 9: Milieueffecten van bumper reparatie

### Conclusie – Bumper reparatie

Het toepassen van het Duurzaam repareren scenario levert meer dan 60% besparing op van milieueffecten in vergelijking met het Basisscenario. Het grootste aandeel van de CO<sub>2</sub>-eq uitstoot in het Basisscenario komt door de productie van een nieuwe bumper, inclusief het lakken ervan en het verwerken na gebruik. Het grootste aandeel van de CO<sub>2</sub>-eq uitstoot in het scenario Duurzaam repareren komt door het opnieuw lakken van de bumper.

De afvalproductie in het Basisscenario komt voornamelijk door de afvalverwerking van de bumper zelf. De grootste bijdrage aan zowel het gebruik van water als primaire energie in het Duurzaam repareren scenario komt van het lakken, in het Basisscenario is dit het gehele productieproces, waaronder ook het lakken, maar ook het gieten en het gebruik van plastic materiaal.

#### **Beperkingen – Bumper reparatie**

Ook hier is in het Basisscenario is uitgegaan van een gemiddeld lak proces, uitgaande van een gebruik van een spuitcabine in 30% van de gevallen. Indien dit in de realiteit een lager percentage is (omdat er vooral kleine oppervlaktes opnieuw moeten worden gelakt) kan dit percentage lager zijn. In dat geval zal het milieueffect van dit scenario lager uitvallen en vice versa.

Het percentage bumpers dat gerepareerd kan worden (80% in het scenario Duurzaam repareren) kan in de realiteit anders zijn, omdat dit onder andere afhangt van het type schade en de expertise die aanwezig is in de garage.



## 5 Conclusie en aanbevelingen

Samenvattend is in alle voorgestelde scenario's het Duurzaam repareren scenario minder milieubelastend met betrekking tot CO<sub>2</sub>-eq uitstoot, energie verbruik, afval productie en waterverbruik.

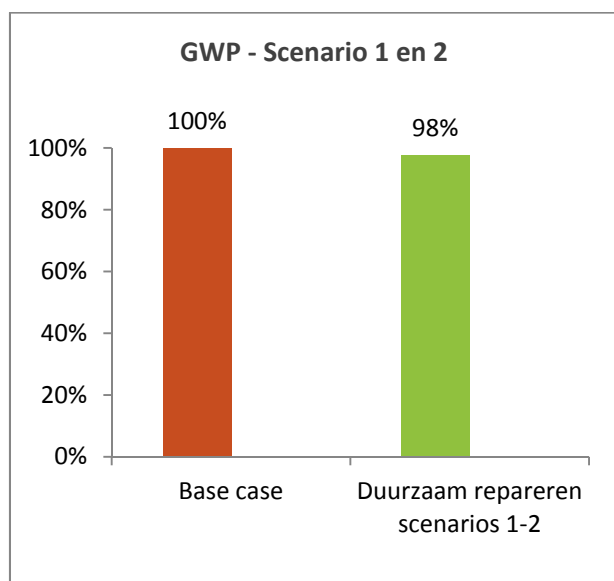
### Vervangend vervoer en bandenspanning

Het creëren van een mix tussen verschillende vervangend vervoer opties kan leiden tot een significante CO<sub>2</sub>-eq besparing. Om dat te bereiken zullen vooral de fiets en het openbaar vervoer vaker moeten worden gekozen door de klanten. Ook de Haal-en breng service is een goede optie indien het reizen hier een korte afstand betreft. Het is dus goed dat vervangend vervoer wordt meegenomen in de richtlijnen.

De relatieve besparing van het vervangend vervoer en het bandenspanning scenario is 2%, zoals weergegeven in Figuur 7. Deze berekeningen zijn gebaseerd op het aantal klanten en auto's zoals weergegeven in Tabel 10.

Scenario	Aantal per jaar	Eenheid
Vervangend vervoer	5200	Klanten
Bandenspanning	6500	Auto's

Tabel 10: Overzicht van het aantal klanten en auto's per jaar per garage



Figuur 7 Samenvatting verschil aan GWP voor scenario's 1 en 2 (Vervangend vervoer en Bandenspanning)

### Reparaties

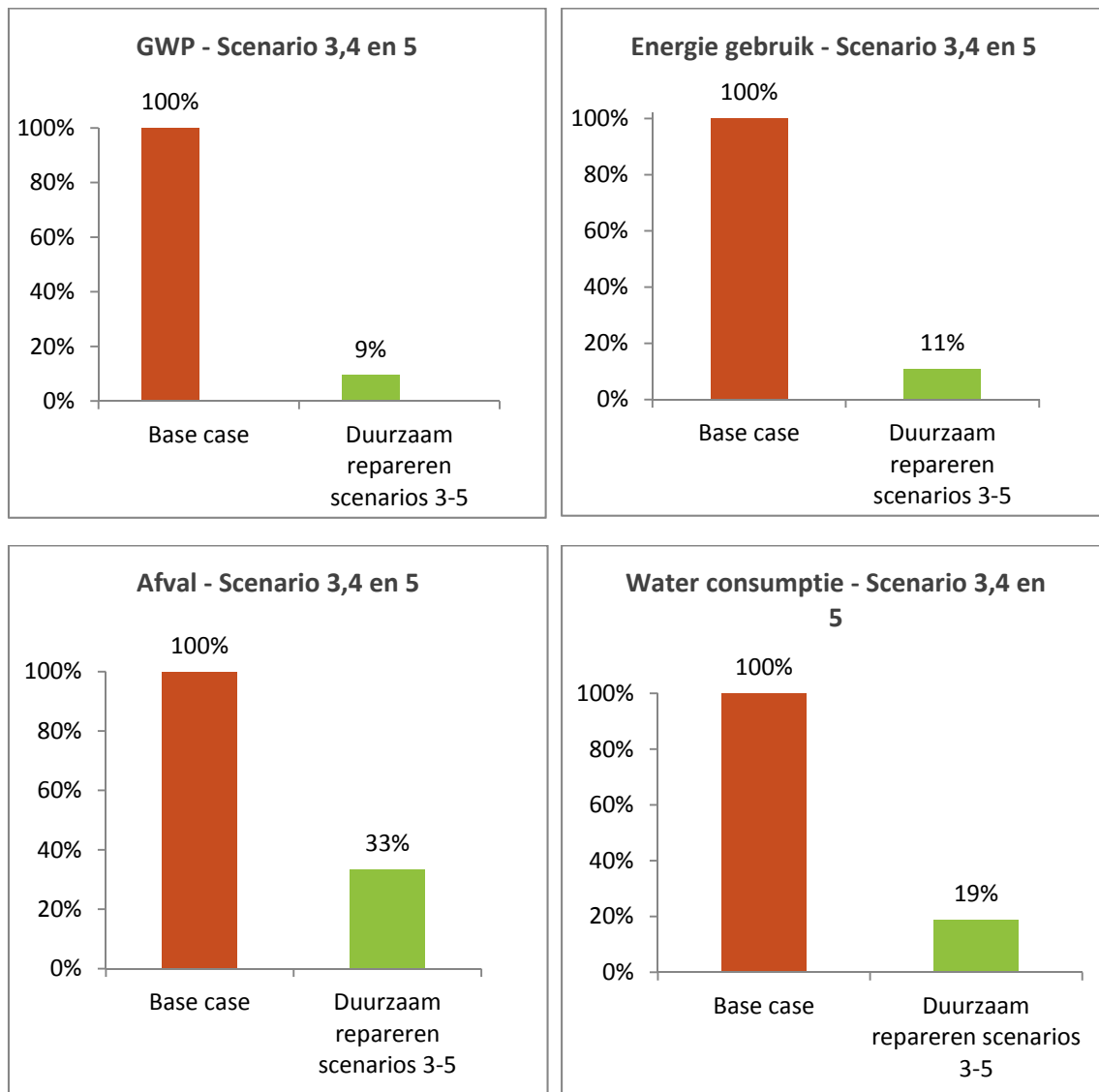
Bij het vergelijken van de scenario's kan men vaststellen dat vooral de processen waarin gelakt wordt een hoge milieubelasting als gevolg hebben. Het is daarom aan te raden om de Duurzaam repareren instructies te volgen en zo veel mogelijk te voorkomen dat er gelakt moet worden. Indien lakken toch nodig is zal er moeten worden uitgezocht of IR-of UV-technologie kan worden toegepast in plaats van gebruik te maken van een spuitcabine. Ook is er aangetoond dat een reparatie minder milieu impact

heeft dan de productie van een nieuw onderdeel, omdat er bij het repareren minder hulpbronnen worden gebruikt.

Als we kijken naar alle scenario's die betrekking hebben op de reparatie zelf (het droogproces, Uitdeuken zonder spuiten en bumper reparatie), wordt een goed overzicht gegeven van het verschil in milieueffect tussen het Basisscenario en het Duurzaam repareren scenario (Figuur 8-11). Deze berekeningen zijn gebaseerd op het aantal reparaties zoals weergegeven in Tabel 11. Hieruit blijkt een duidelijk verschil tussen beide reparatiemethodes. Het is dus vanuit het milieu oogpunt gezien zeer aan te raden om gebruik te maken van de richtlijnen Duurzaam repareren.

Reparatie/ scenario	Aantal per jaar	Eenheid
Droog proces	3900	Reparaties
Uitdeuken Zonder Spuiten	1950	Reparaties
Bumper reparatie	650	Reparaties

Tabel 11 Overzicht van het aantal reparaties per jaar per garage



Figuur 8-11 Samenvatting verschil aan GWP, energie gebruik, afval en water consumptie voor scenario's 3-5 (droog proces, UZS, bumper reparatie)

Hoewel deze studie een Screening LCA is en er dus een beperkte validatie heeft plaats gevonden, is de conclusie dat de door de Stichting Duurzaam Repareren voorgestelde maatregelen bewezen duurzamer zijn dan de huidige praktijk.

Een kanttekening die bij deze conclusie geplaatst moet worden is dat de milieueffecten steeds zijn bekeken voor een specifieke situatie, welke is omschreven in de scenario's. Wanneer de werkelijkheid afwijkt van de omschreven scenario's, zullen de werkelijke milieueffecten ook variëren. De genoemde percentages zijn dus niet altijd de werkelijke besparing, maar eerder een richtlijn voor de besparingen die gerealiseerd kunnen worden door het toepassen van de voorschriften.

## 6 Bibliografie

- 3M. (2013). MSDS 3M Bondo Lightweight Boddy Filler. 3M.
9292. (n.a.). *CO2 verbruik*. (9292 | REISinformatiegroep BV) Opgeroepen op April 2014, van <http://9292.nl/co2-informatie#>
- Akzo Nobel Sikkens. (2005). MSDS Autowave Guncleaner. Akzo Nobel Sikkens.
- Akzo Nobel Sikkens. (2009). MSDS Autobase Plus MM/RM. Akzo Nobel Sikkens.
- Akzo Nobel Sikkens. (2009). MSDS PRIMER PO. Akzo Nobel Sikkens.
- Amazon. (2014). *3M - 3430 Scotch Profi Tape 06754 (50mm, Länge 50m)*. Opgeroepen op June 13, 2014, van [http://www.amazon.de/3M-Scotch-Profi-06754-L%C3%A4nge/dp/B002RXT3LU/ref=sr\\_1\\_5?s=automotive&ie=UTF8&qid=1400242824&sr=1-5&keywords=3m+tape](http://www.amazon.de/3M-Scotch-Profi-06754-L%C3%A4nge/dp/B002RXT3LU/ref=sr_1_5?s=automotive&ie=UTF8&qid=1400242824&sr=1-5&keywords=3m+tape)
- Amazon. (2014). *APP F-Mask Abdeckfolie 9µm, lackhaftend 4m x 150m*. Opgeroepen op June 23, 2014, van [http://www.amazon.de/APP-F-Mask-Abdeckfolie-lackhaftend-150m/dp/B004AHMM5U/ref=pd\\_sim\\_sbs\\_auto\\_1?ie=UTF8&refRID=0S1FGVBPBJTS3FT0FHJ4](http://www.amazon.de/APP-F-Mask-Abdeckfolie-lackhaftend-150m/dp/B004AHMM5U/ref=pd_sim_sbs_auto_1?ie=UTF8&refRID=0S1FGVBPBJTS3FT0FHJ4)
- ANWB. (2014). *brandstof verbruiks boekje*. RDW.
- Bhattacharjee, s. (n.a.). *Heating values of fuels, SI units*. Opgeroepen op June 23, 2014, van <http://thermo.sdsu.edu/testhome/Test/solve/basics/tables/tablesComb/hhv.html>
- Blowtherm-USA. (2013). *Painting-drying booths*. Opgeroepen op June 13, 2014, van <http://www.blowtherm-usa.com/Portals/0/documents/EXTRA%20BOOTH-LITERATURE.pdf>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2013, November 04). *Gemiddelde jaarkilometrage van personenauto's*. (CBS) Opgeroepen op April 2014, van <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=71107ned&LA=NL>
- den Boer, L., Brouwer, F., & van Essen, H. (2008). *STREAM Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten, Versie 2.0*. Delft: CE Delft.
- Dieter Schmid Feine Werkzeuge. (2014). *Schleifpapier von Körnung 60 bis Körnung 5000*. Opgeroepen op June 13, 2014, van <http://www.feinwerkzeuge.de/schleifen.htm>
- energieconsultant, D. (2014). *Omrekening van m3 (n) naar kWh*. Opgeroepen op June 13, 2014, van <http://www.energieconsultant.nl/marktinfo-energiemarkt/energie-berekeningen-uit-de-praktijk/omrekening-van-m3-n-naar-kwh/>
- Government of Quebec. (2008-2011). *Adjust your tire pressure every month*. (Ministère des Ressources naturelles - Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques) Opgeroepen op April 2014, van [http://www.ecomobile.gouv.qc.ca/en/ecomobilite/tips/tire\\_pressure.php](http://www.ecomobile.gouv.qc.ca/en/ecomobilite/tips/tire_pressure.php)

- Hedson Technologies AB. (2010). *Product Catalog*. Opgeroepen op May 30, 2014, van [http://www.bodyshopsolutionsltd.com/PDFdownloads/700902\\_IRT-Hyperion-\\_Sales-brochure\\_GB.pdf](http://www.bodyshopsolutionsltd.com/PDFdownloads/700902_IRT-Hyperion-_Sales-brochure_GB.pdf)
- NUgeld.nl. (2013, November 14). *Een op drie auto's rijdt op winterbanden*. Opgeroepen op April 2014, van <http://www.nugeld.nl/portemonnee/3628758/drie-autos-rijdt-winterbanden.html>
- Paintbooth Technologies. (n.a.). *Product Catalogue*. Opgeroepen op May 30, 2014, van <http://www.paintboothtechnologies.com/pdfs/AirMakeupUnitBrochure.pdf>
- paintboothtechnologies.com. (2014). *Paragon Series - Autonotive Finishing Booth*. Opgeroepen op June 13, 2014, van <http://www.paintboothtechnologies.com/paint-booths/paragon-series/>
- Spectratek UV. (n.a.). *Product Catalog*. Opgeroepen op May 30, 2014, van <http://amh.ca/TechDoc/SpectratekUV%20%28English%29.pdf>
- TFO Canada. (sd). *Plastic Packaging Films & Laminates; Properties, Specifications & Purchasing*. Opgeroepen op June 13, 2014, van [http://www.iica.int/Eng/regiones/caribe/guyana/IICA%20Office%20Documents/tfo\\_packaging\\_workshop/Guyana%20TFO%20Pkg%20W%27shp%20Session%204%20-%20Plastic%20Film.pdf](http://www.iica.int/Eng/regiones/caribe/guyana/IICA%20Office%20Documents/tfo_packaging_workshop/Guyana%20TFO%20Pkg%20W%27shp%20Session%204%20-%20Plastic%20Film.pdf)
- The Engineering ToolBox. (n.a.). *Rolling resistance*. (The Engineering ToolBox) Opgeroepen op April 2014, van [http://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d\\_1303.html](http://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d_1303.html)
- U.S. Department of Energy. (2012, July 30). *Alternative Fuel Data Center: Low Rolling Resistance Tires*. (U.S. Department of Energy's Clean Cities program) Opgeroepen op April 2014, van [http://www.afdc.energy.gov/conserve/fuel\\_economy\\_tires\\_light.html](http://www.afdc.energy.gov/conserve/fuel_economy_tires_light.html)
- Zipp, S. (2014, May). Interview with CARE Autoschade.

## Bijlage 1. Milieuvriendelijk vervangend vervoer

De CO<sub>2</sub>-eq emissies per pkm voor alle vervoer opties zijn berekend van wieg tot graf, d.w.z. van het winnen van de grondstoffen tot en met de afvalverwerking. Gegevens met betrekking tot het openbaar vervoer zijn gebruikt van (9292, n.a.) en (den Boer, Brouwer, & van Essen, 2008). Er is een gemiddelde waarde bepaald voor het gebruik van openbaar vervoer, welke berekend is met het gemiddeld gebruik van de tram, stadsbus, stoptrein en Intercity trein. Gegevens met betrekking tot het gebruik van auto's en fietsen zijn uit de Ecoinvent database gehaald.

Uit het STREAM rapport van CE Delft bleek dat 80% van de CO<sub>2</sub>-eq emissies van een auto worden uitgestoten tijdens de gebruiksfase (het autorijden), de overige 20% wordt uitgestoten tijdens de productie, transport, onderhoud en afvalverwerking. Deze verhouding is gebruikt voor het toekennen van de betreffende emissies in de verschillende fases. De verdeling per label is gebaseerd op de regels voor energie-labels (ANWB, 2014).

De vergelijking die gemaakt is in dit scenario is gebaseerd op de CO<sub>2</sub>-eq emissies van 100 klanten voor 1 dag. Bij elke reisoptie zijn verschillende afstanden aangenomen. Zo wordt er bijvoorbeeld vanuit gegaan dat indien men een auto tot zijn beschikking heeft, gemiddeld gezien een grotere afstand wordt afgelegd. Ook is het waarschijnlijk dat indien er gebruik wordt gemaakt van de Haal- en breng service de klant redelijk dicht bij de garage woont, maar ook weer niet zo dichtbij dat er geen vervoer nodig is omdat de klant net zo goed kan lopen. De afstand die wordt afgelegd met een leenauto en de Haal- en breng service was aangeleverd door CARE (Zipp, 2014).

### Basisscenario

Vervoerstype	Percentage	CO <sub>2</sub> -eq g CO <sub>2</sub> /km	Gemiddeld km per dag	Km totaal	t CO <sub>2</sub> -eq
B-label auto	100%	132,8	62	6.200	0,8234

Tabel 12: Aannames voor Basisscenario

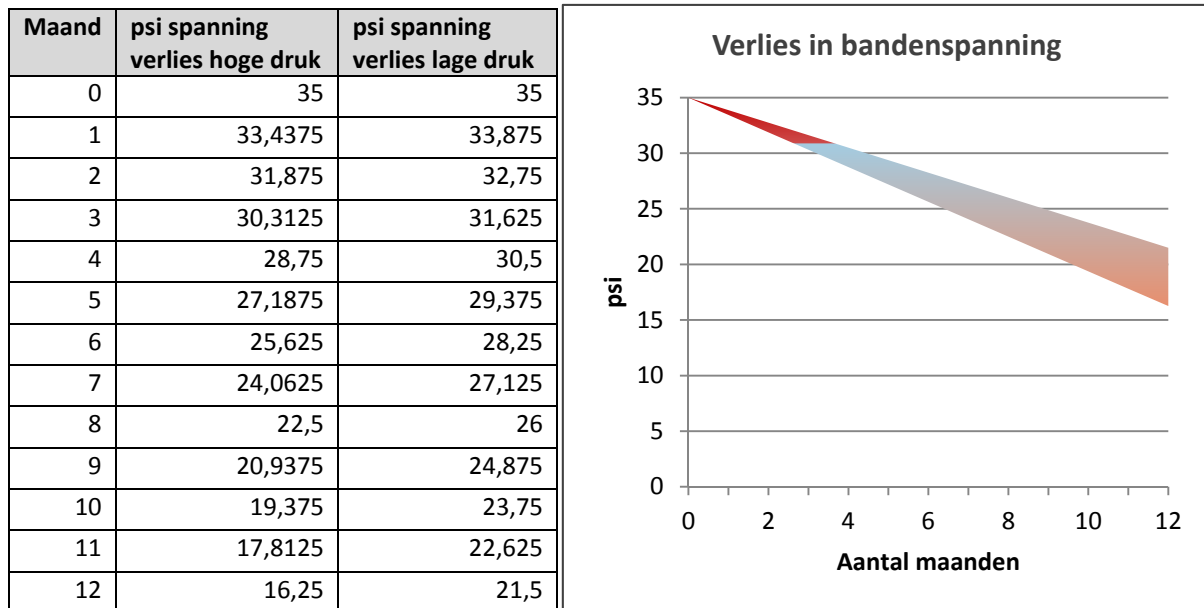
### Duurzaam repareren scenario

Vervoerstype	Percentage	CO <sub>2</sub> -eq g CO <sub>2</sub> /km	Gemiddeld km per dag	Km totaal	t CO <sub>2</sub> -eq
A-label auto	43%	127,3	62	2.666	0,3353
B-label auto	43%	132,8	62	2.666	0,3499
Fiets	0%	0,0	5	10	0,0000
Openbaar vervoer	0%	96,8	20	0	0,0000
Haal- en breng service	5%	132,8	7	35	0,0046
Geen vervangend vervoer	8%	0,0	0	0	0,0000
				<b>5.377</b>	<b>0,6899</b>

Tabel 13: Aannames voor Vervangend Vervoer mix (Duurzaam repareren scenario)

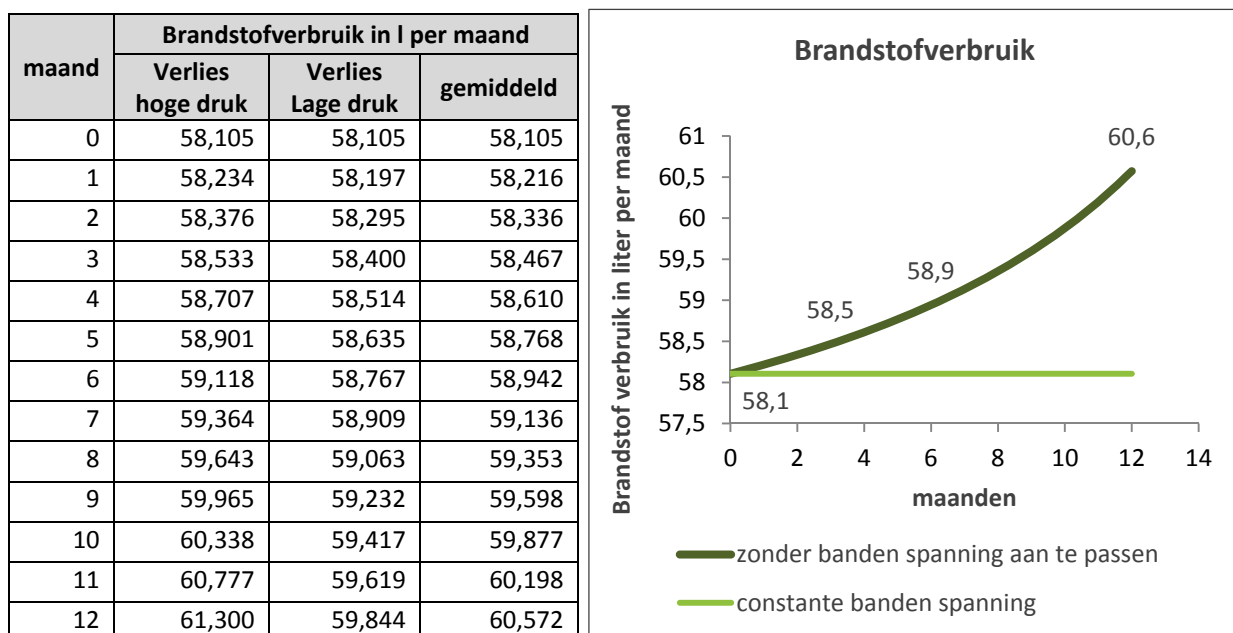
## Bijlage 2. Bandenspanning

Sommige banden verliezen sneller hun spanning dan anderen. Onderstaande gemiddelden zijn gebruikt om het spanningsverlies te bepalen (Government of Quebec, 2008-2011).



Figuur 12: Bandenspanning verlies gedurende twaalf maanden

Rekenmethodes van de in (U.S. Department of Energy, 2012) en (The Engineering ToolBox, n.a.) zijn gebruikt voor het berekenen van het brandstofverbruik in relatie tot de rolweerstand. Hierbij is een snelheid aangenomen van 20mp/h (32,2km/h) en een gevoeligheidsfactor van 0,1. Een Volkswagen Golf is gebruikt als referentie auto, welke volgens het Brandstofverbuiksboekje 6l per 100 km gebruikt en daarmee 139 g CO<sub>2</sub>-eq per km uitstoot (ANWB, 2014). Een gemiddeld persoon in Nederland rijdt daarnaast 11.621km per jaar (968,4km per maand) (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013). Figuur 13 laat het aangenomen brandstofverbruik zien indien de bandenspanning niet wordt aangepast.



Figuur 13: Brandstofverbruik per maand en relatie met de bandenspanning

Er is aangenomen dat een derde van de Nederlandse auto eigenaren winterbanden gebruiken en twee derde van auto's het hele jaar door op zomerbanden rondrijden (NUgeld.nl, 2013).

De resultaten vormen de gemiddelde emissies van een tijdsperiode tussen het bezoek aan een garage en de eerstvolgende keer dat de bandenspanning veranderd wordt, met inachtneming van de hierboven genoemde voorwaarden. Aangenomen is dat er uitsluitend gebruik wordt gemaakt van zomerbanden en dat een garagebezoek gemiddeld 6 maanden na de laatste aanpassing van de druk plaatsvindt; het effect van tijdsperiode van 6 maanden (tot volgende drukregeling) is berekend. Voor de situatie waarin zowel winter- als zomerbanden worden gebruikt is aangenomen dat het eerstvolgende garagebezoek gemiddeld 3 maanden na de laatste aanpassing van de druk plaatsvindt; het effect van de volgende 3 maanden (tot volgende drukregeling) is berekend. Het bijbehorende brandstofverbruik in de verschillende situaties is weergegeven in Tabel 14.

	Alleen zomerbanden liter per 6 maanden (968,4km per maand)	Winter en zomer banden liter per 3 maanden (968,4km per maand)	<b>Gemiddeld brandstof verbruik in liter (33% winter banden, 67% zomer banden)</b>
Basisscenario	358,00	176,02	<b>297,95</b>
Duurzaam repareren scenario	351,84	175,82	<b>292,76</b>
Vershil tussen Basisscenario en alternatief	7,16	1,20	<b>5,19</b>

Tabel 14: Verschil in brandstofconsumptie

Om de CO<sub>2</sub>-eq emissies te berekenen voor de gebruiksfase van de auto is het aantal liters dat verbruikt wordt vermenigvuldigd met 2,316667 kg CO<sub>2</sub>/liter.

Bovendien is er voor de gebruiksfase van de auto een wieg tot graf proces van het benzinstation toegevoegd. Deze is gebaseerd op het Ecoinvent proces "(1kg) petrol, 5% vol. ethanol, from biomass, at service station". Voor de dichtheid van de brandstof is een waarde van 0,877kg/l Benzene (Bhattacharjee, n.a.) aangenomen. De bijbehorende milieueffecten zijn:

- 0,697kg CO<sub>2</sub>-eq (CML 2001 – Apr. 2013, Opwarming van de aarde (GWP 100 years)
- 58,5 MJ (primair energie verbruik van hernieuwbare en niet hernieuwbare bronnen in calorische waarde)
- 2,21 kg water (totale zoetwater consumptie, inclusief regenwater)



### Bijlage 3. Lak- en droog proces

Voor al het grondstoffen gebruik is er zowel rekening gehouden met de productie als met de verpakkingen. Zowel voor de IR- en UV behandeling als voor de spuitcabine behandeling is alleen het energieverbruik meegerekend, vanwege de beperkte beschikbaarheid van gegevens. In het Duurzaam repareren scenario is er aangenomen dat 50% van de lak- en droogprocessen uit UV-behandelingen bestaat en de overige 50% uit IR-behandelingen.

De gemiddelde hoeveelheid lak en primer van CARE (Zipp, 2014) is gebruikt, maar door gebrek aan gegevens is er geen rekening gehouden met het mixen van de lak, noch het schoonmaken van het lakgereedschap. Het is echter aannemelijk dat deze in het Basisscenario en het Duurzaam repareren scenario vergelijkbaar zullen zijn.

De aannames voor de verschillende processen (gebaseerd op een te lakken oppervlak van 0,25m<sup>2</sup>) staan weergegeven in Tabel 15. Aangezien er geen specifieke autolak beschikbaar was in de Ecoinvent database, is er gekozen voor alkyd lak als alternatief. Met deze gegevens en het softwarepakket GaBI zijn vervolgens de milieueffecten berekend.

#### Basisscenario – Spuitcabine

Proces	Invoer	Aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
Grondstoffen gebruik	Lak	0,465	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	(Zipp, 2014), (Akzo Nobel Sikkens, MSDS Autobase Plus MM/RM, 2009)
Grondstoffen gebruik	Schoonmaak oplosmiddel	0,0594	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	assumption, (Akzo Nobel Sikkens, MSDS Autowave Guncleaner, 2005)
Grondstoffen gebruik	Primer	0,128	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	(Zipp, 2014), (Akzo Nobel Sikkens, MSDS PRIMER PO, 2009)
Grondstoffen gebruik	Schuurpapier productie	0,0043	kg	-	Aanname, (Dieter Schmid Feine Werkzeuge, 2014)
Grondstoffen gebruik	Afval verwerking Schuurpapier	0,0043	kg	-	Aanname
Spuitcabine behandeling	Elektriciteit	15,5	MJ	-	(Paintbooth Technologies, n.a.)
Spuitcabine behandeling	Gas (warmte)	1010	MJ	-	(Zipp, 2014), (paintboothtechnologies.com, 2014), (Blowtherm-USA, 2013), (energieconsultant, 2014)
Spuitcabine behandeling	Behandel tijd	ong 40	min	-	(paintboothtechnologies.com, 2014), (Blowtherm-USA, 2013)
Spuitcabine behandeling	Behandel ruimte	0,25	m <sup>2</sup>	-	Aanname

Tabel 15: Proces aannames voor lak- en droogproces in spuitcabine (Basisscenario)

## Duurzaam repareren scenario – Lak mix

Proces	Invoer	Aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
Grondstoffen gebruik	Lak	0,465	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	(Zipp, 2014), (Akzo Nobel Sikkens, MSDS Autobase Plus MM/RM, 2009)
Grondstoffen gebruik	Schoonmaak oplosmiddel	0,0594	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	assumption, (Akzo Nobel Sikkens, MSDS Autowave Guncleaner, 2005)
Grondstoffen gebruik	Primer	0,128	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	(Zipp, 2014), (Akzo Nobel Sikkens, MSDS PRIMER PO, 2009)
Grondstoffen gebruik	Schuurpapier productie	0,0043	kg	-	Aanname, (Dieter Schmid Feine Werkzeuge, 2014)
Grondstoffen gebruik	Schuurpapier EOL	0,0043	kg	-	Aanname
Grondstoffen gebruik	Tape productie	0,013156	kg	-	(Amazon, 3M - 3430 Scotch Profi Tape 06754 (50mm, Länge 50m), 2014)
Grondstoffen gebruik	Tape EOL	0,013156	kg	-	Aanname
Grondstoffen gebruik	Bescherm folie productie	0,1368	kg	-	(Amazon, APP F-Mask Abdeckfolie 9µm, lackhaftend 4m x 150m, 2014), (TFO Canada)
Grondstoffen gebruik	Bescherm folie EOL	0,1368	kg	-	Aanname
UV behandeling	Elektriciteit	0,282	MJ	-	(Spectratek UV, n.a.)
UV behandeling	Behandel tijd	3	min		(Spectratek UV, n.a.)
UV behandeling	Behandel ruimte	0,25	m <sup>2</sup>	-	Aanname
IR behandeling	Elektriciteit	0,897	MJ	-	(Hedson Technologies AB, 2010)
IR behandeling	Behandel tijd	5	min		(Hedson Technologies AB, 2010)
IR behandeling	Behandel ruimte	0,25	m <sup>2</sup>	-	Aanname

Tabel 16: Proces aannames voor lak- en droog proces met IR en UV behandeling (Duurzaam repareren scenario)

## Bijlage 4. Uitdeuken

### Basisscenario

Het Basisscenario bevat een gemiddeld lak proces, waarbij de verhouding UV-IR-Spuitcabine respectievelijk 35:35:30 is. Ook wordt er een bodykit gebruikt in het proces. Tabel 17 laat de verschillende processen en materialen zien die gebruikt zijn voor het Uitdeuken Met Spuiten.

Proces	Invoer	Aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
UZS (mechanische reparatie)	Gereedschap	1	stuks	-	UZS proces
Grondstoffen gebruik	Bodykit Mix	0,4	kg	-	MSDS
Grondstoffen gebruik	Bodykit Mix	0,03	kg	-	MSDS
Grondstoffen gebruik	Bodykit Mix	0,35	kg	-	MSDS
Grondstoffen gebruik	Bodykit Mix	0,25	kg	-	MSDS
Grondstoffen gebruik	Bodykit Mix	0,057	kg	Ook verpakkingsmateriaal en transport	Aanname
Behandeling	Behandelingsruimte	0,25	m <sup>2</sup>	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	Spuitcabine behandeling	30	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	UV Behandeling	35	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	IR Behandeling	35	%	-	Aanname

Tabel 17: Proces aannames voor Uitdeuken Met Spuiten (Basisscenario)

### Duurzaam repareren scenario

Voor de uitdeuklepels zijn de volgende aannames gedaan:

- Een set van 10 stuks gereedschap wordt gebruikt
- Een stuk gereedschap weegt 100g, waarvan 95g staal en 5g plastic
- Een stuk gereedschap/de set kan 1000 keer gebruikt worden voordat het is afgeschreven

Wanneer de set is afgeschreven wordt het gereedschap gerecycled bij een metaal recycle installatie. Een overzicht van de aannames voor het uitdeukproces is gegeven in Tabel 18.

Proces	Invoer	Aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
Grondstoffen gebruik	Gereedschap	0,05	kg	Incl. Transport, 1kg gereedschap = 10 stuks	Aanname
Grondstoffen gebruik	Gereedschap	0,05	kg	Incl. Transport, 1kg gereedschap = 10 stuks	Aanname
Grondstoffen gebruik	Gereedschap	0,95	kg	Incl. Transport, 1kg gereedschap = 10 stuks	Aanname
Afval verwerking	Recyclen	1	kg	-	Aanname
Reparatie proces	Levensduur gereedschap	1000	reparaties	-	Aanname

Tabel 18: Proces aannames voor Uitdeuken Zonder Spuiten (Duurzaam repareren scenario)

## Bijlage 5. Bumper reparatie

Tabel 19 geeft de aannames weer die gebruikt zijn voor het Basisscenario en Tabel 20 geeft de aannames weer voor het Duurzaam repareren scenario. Voor het verpakkingsmateriaal van een nieuwe bumper is uitgegaan van een kartonnen doos, piepschuim en plastic folie. Er is niet voor elke reparatie met bodykit een nieuwe verpakking toegekend, omdat er vanuit is gegaan dat deze verpakking opnieuw gebruikt kan worden tot een volgende reparatie, net zolang totdat de bodykit op is.

### Basisscenario

Proces	Invoer	Aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
Onderdeel	Bumper	7,5	kg	plus transport	(Zipp, 2014)
Grondstoffen gebruik	Bumper verpakking	0,563	kg	Mix van verpakkingsmaterialen (kartonnen doos, piepschuim, folie)	(Zipp, 2014), Aanname
Behandeling	Behandelingsruimte	0,503	m2	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	Spuitscabine behandeling	30	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	UV Cure	35	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	IR Cure	35	%	-	Aanname
EOL gebroken bumper	Recyclen	7,5	kg	-	(Zipp, 2014), Aanname

Tabel 19: Proces aannames voor het plaatsen van een nieuwe bumper (Basisscenario)

### Duurzaam repareren scenario

Proces	Invoer	aantal	Eenheid	Overige aannames	Bronnen
Grondstoffen gebruik	Reparatie bodykit	0,05	kg	Plus transport	Aanname
Behandeling	Behandelingsruimte	0,25	m2	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	Spuitscabine behandeling	30	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	UV Cure	35	%	-	Aanname
Gemiddeld lak proces	IR Cure	35	%	-	Aanname

Tabel 20: Proces aannames voor het repareren van een bumper (Duurzaam repareren scenario)