

Ketenanalyse Materieel



Datum: 3.12.2021

Opgesteld door: ir. N.P.C. Mul



Inhoud

<i>Inhoud</i>	2
1 Inleiding	3
1.1 Activiteiten Kummeling BV	3
1.2 Wat is een ketenanalyse	3
1.3 Doel van de ketenanalyse	3
1.4 Verklaring ambitieniveau.....	3
2 Scope 3 & keuze ketenanalyses	4
2.1 Selectie ketens voor analyse.....	4
2.2 Scope ketenanalyse	4
2.3 Primaire & Secundaire data	5
2.4 Allocatie data	5
3 Identificeren van schakels in de keten	5
3.1 Ketenpartners en externe belanghebbenden.....	5
4 Kwantificeren van emissies	7
4.1 Ontwerp & productie	8
4.2 Verbruiksfase	13
4.3 Sloop/eindverwerking	17
4.4 LCA analyse van de keten	19
5 Identificeren en benutten van reductiekansen	21
5.1 Identificatie van reductiekansen	21
5.2 Reductiedoelstellingen & monitoring.....	22
6 Bronvermelding	23
7 Verklaring opstellen ketenanalyse	24

1 Inleiding

In het kader van het behalen van niveau 5 op de CO₂-Prestatieladder voert Kummeling BV een analyse uit van een GHG (Green House Gas) genererende keten. Dit document beschrijft de ketenanalyse over het maaien van bermen.

1.1 Activiteiten Kummeling BV

Kummeling B.V. is een dynamisch bedrijf met enthousiaste medewerkers, dat al 3 generaties actief is in groen en wegen. De dagelijkse leiding is in handen van Rob Kummeling, die het bedrijf sinds 1997 heeft overgenomen van zijn vader. Vanaf het begin heeft het bedrijf zich als doel gesteld om kwaliteit, snelheid en flexibiliteit te combineren met modern vakmanschap o.a. op het gebied van wegonderhoud, groenaanleg en groenonderhoud. Sinds enige jaren zijn wij uitgebreid met een groenrecycling. Dagelijks zetten tientallen gemotiveerde medewerkers, eigen en een hechte schil van vaste inhuurkrachten, hun beste beentje voor om onze opdrachtgevers als Rijksoverheid, provincie, gemeenten, waterschappen, defensie, instellingen en particuliere ondernemers van dienst te zijn.

1.2 Wat is een ketenanalyse

Een ketenanalyse houdt in dat van een bepaald product of dienst de CO₂-uitstoot wordt berekend van de gehele keten. Met *de gehele keten* wordt de gehele levenscyclus van het product bedoeld: van winning van de grondstof tot en met het einde van de levensduur.

1.3 Doel van de ketenanalyse

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van CO₂-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang. *Het vergroten en delen van de kennis en verbeteren van de beschikbare zijn ook van belang, omdat er op gebied van materieel erg weinig informatie wordt gedeeld.*

Op basis van het inzicht in de scope 3 emissies en de ketenanalyse wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het energiemanagementsysteem dat is ingevoerd wordt actief gestuurd op het reduceren van de scope 3 emissies.

Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. Kummeling BV zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

1.4 Verklaring ambitieniveau

Onze reductiedoelstelling is gebaseerd op onze relatieve positie binnen de sector die wij bepaald hebben aan de hand van de maatregellijst van SKAO. Hieruit blijkt dat wij door onze reeds gerealiseerde maatregelen een relatieve 'middenmoter' zijn binnen de sector. Wanneer wij onze doelstellingen realiseren verwachten wij onze positie te verbeteren als 'middenmoter'.

2 Scope 3 & keuze ketenanalyses

De scope 3 emissies van Kummeling zijn wat afwijkend t.o.v. branchegenoten, omdat Kummeling in haar boundary een groenrecycling heeft. De emissies van verwerking van groenafval, de grootste scope 3 emissiebron bij branchegenoten, valt bij Kummeling onder scope 1. Als gekeken wordt naar de product/markt combinaties (PMC) vormt het maaien van bermen/ruw gras bestanden voor overheden de grootste combinatie. Onderstaande de kwalitatieve analyse van de scope 3 emissies van deze PMC:

PMC's	CO ₂ -genererende activiteiten	Invloed van ons bedrijf op de ketenemissies	Relatief belang van de CO ₂ -belasting van de activiteiten		Weeg factor
			Omvang van de CO ₂ -uitstoot in Kummeling scope 3 emissies (B)	Mogelijk effect van maatregelen van Kummeling op CO ₂ uitstoot (C)	
Sectoren en activiteiten	CO ₂ -emissiecategorieën die door activiteiten van het bedrijf worden beïnvloed	Marktaandeel* in NL van de bedrijfsactiviteit (A)			(AxBxC)
Maaien / maaizuigen bermen, dijken en ruw grasbestanden voor overheden	Emissies ingekochte goederen en diensten	Klein (0,10%)/100	Verwaarloosbaar/0,5	Klein/2	100
	Kapitaal goederen		Middelgroot/3	Klein/2	600
	Brandstof en energie gerelateerd		Verwaarloosbaar/0,5	Klein/2	100
	Upstream transport en distributie		klein/2	Klein/2	400
	Productieafval		Verwaarloosbaar/0,5	Klein/2	100
	Downstream transport en distributie		Zeer klein/1	Klein/2	200
	Ver- of bewerken van verkochte producten		Klein/2	Klein/2	400
	End-of-life verwerking van verkochte producten (Kummeling scope 1)		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

De inzet van materieel (kapitaalgoederen) scoort hier het hoogst. De kwantitatieve analyse en achterliggende berekeningen zijn terug te vinden in de Scope 3 analyse Kummeling BV.

2.1 Selectie ketens voor analyse

Kummeling BV zal conform de voorschriften van de CO₂-Prestatieladder 3.1 uit de top twee een emissiebron moeten kiezen om een ketenanalyse over op te stellen. Aangezien Kummeling BV volgens de CO₂-Prestatieladder valt onder de categorie klein bedrijf, hoeven we maar één ketenanalyse op te stellen. De top 2 valt beide in de PMC "Maaien bermen, dijken en ruw grasbestanden voor overheden". Door Kummeling BV is gekozen om een ketenanalyse te maken over het materieel dat wordt ingezet. Naast de relatief grote emissie hiervan is er ook nog maar weinig informatie beschikbaar op dit punt. Er zijn op de Skao site geen ketenanalyses beschikbaar die ingaan op de emissies van de keten van groot materieel (alleen van inhuur hiervan).

2.2 Scope ketenanalyse

De ketenanalyse omschrijft het mogelijke verduurzamen het materieel t.b.v. het maaien. Het is gebaseerd op de cijfers van 2019, maar deze zijn redelijk constant over de jaren.

2.3 Primaire & Secundaire data

In deze ketenanalyse wordt voornamelijk gebruik gemaakt van primaire data aangeleverd door Kummeling BV.

Verdeling Primaire en Secundaire data	
Primaire data	Aankoop materieel en onderdelen; inschattingen verbruiken e.d. van andere methoden op basis van historische gegevens
Secundaire data	Conversiefactoren

2.4 Allocatie data

Er wordt geen gebruik gemaakt van allocatie van data.

3 Identificeren van schakels in de keten

De bedrijfsactiviteiten van Kummeling BV zijn onderdeel van een keten van activiteiten. Zo moeten materialen die worden ingekocht eerst geproduceerd worden (upstream) en gaat het transporteren, gebruik en verwerken van opgeleverde “producten” of “werken” ook gepaard met energiegebruik en emissies (downstream). Deze ketenanalyse beschrijft de diverse fasen in de keten van productie gebruik en sloop van het materieel.

1. Productiefase
2. Gebruiksfase
3. Sloopfase

3.1 Ketenpartners en externe belanghebbenden

De keten van grondstoffen tot product, gebruik en sloop is aanzienlijk in geval van materieel. Het net strekt zich wereld uit en er is aanzienlijke hoeveelheid CO2 emissie mee gemoeid. Onderstaand de beschrijving van de keten:

Producenten van delfstoffen/grondstoffen

Materieel bestaat voor een belangrijk deel uit staal en kunststoffen en de grondstoffen hiervoor worden als ijzererts en aardolie gewonnen uit de aarde. Hier start de keten. Het winnen van delfstoffen heeft een aanmerkelijk CO2 footprint vanwege het grote gewicht van het materieel dat bij de winning is betrokken, die van de delfstoffen zelf en de lange transportafstanden.

Handelaren in commodity's

Delfstoffen en ruwe olie wordt verhandeld op de wereldmarkt en kent afhankelijk van de winningslocatie en de gebruikslocatie sterk wisselende transportafstanden.

Producenten van staal en olieproducten

De grondstoffen worden door de staalindustrie en olieraffinaderijen verwerkt tot basis producten. Hiervoor zijn productieprocessen die een grotere of minder grote emissie hebben. De keuze hiervoor is afhankelijk van de batchgrootte, de stand op de innovatieladder van de productiefaciliteit, de locatie

in de wereld etc. Bij de productie worden vele verschillende kwaliteiten geproduceerd, geschikt voor verschillende toepassingen. De verschillende kwaliteiten worden gemaakt door de chemische samenstelling en de instellingen van het productieproces te wijzigen. Elke charge krijgt een productcertificaat en is vanaf dat moment herleidbaar naar het productiebedrijf.

Handelaren in staal en olieproducten

De basis producten worden door handelaren gedistribueerd over de wereld. Dit gebeurt op basis van productkwaliteit (chemisch en fysisch), vastgelegd op productcertificaten en prijs.

IJzergieterijen, staalbewerkers, chemische industrie, kunststof spuit/giet bedrijven

De basisproducten worden door IJzergieterijen, staalbewerkers, chemische industrie, kunststof spuit/giet bedrijven verwerkt tot halffabricaten op basis van specificaties van de materieelproducenten. De herkomst van de materialen is voor hen herleidbaar via materiaalcertificaten met o.a. de chemische en fysische gegevens van het materiaal. De keuze van herkomst van het materiaal (staalproducent/walserij) wordt ingegeven door de chemische (zetbaar, verzinkbaar etc), en fysische (als treksterkte) samenstelling en de prijs. In principe kunnen zij, als informatie van de footprint bekend is van de stap in de keten voor hen, kiezen voor materiaal met de laagste footprint bij gelijke productkwaliteit. Zij zijn de directe toeleveranciers voor de machinebouwers.

Producenten van tractoren, maaiers en maaizuigers

De producten van tractoren, vrachtwagens en maaimachines hebben de grootste invloed op de CO2 emissie die samenhangt met het materieel. Zij hebben invloed middels:

1. Materiaalkeuze: elk product heeft zijn eigen range aan emissies, zo ligt die van biobased materialen laag en die van kunststoffen veelal hoog;
2. Keuze van toeleverancier: er lokale of internationale leveranciers en er zijn leveranciers die werk maken van een lage footprint of niet, maar tot nu toe is de keuze vaak een combinatie van prijs, kwaliteit en leverbetrouwbaarheid;
3. Ontwerp: in het ontwerp wordt de naast de materiaalkeuze ook de hoeveelheid bepaald door de vorm en uitvoering. Een circulair ontwerp maakt het aandeel hergebruik veel groter en daarmee de CO2 reductie in de keten.
4. Eigen productie/assemblage: volledige invloed op de CO2 emissies van de eigen productie;
5. Aflevering bij importeurs: transport keuze.

Importeurs / dealers

De importeurs en dealernetwerken vertalen lokale wensen, o.a. qua CO2 emissies naar de producent. Zij hebben contact met de eerste gebruiker. Zij verzorgen distributie en hebben een relatief kleine aandeel in de CO2 emissie.

Gebruikers

1^e gebruiker: Landbouwbedrijven, groenbedrijven, GWW- en loonwerkbedrijven.

Dealers machine handelaren

Na de 1^e gebruiksfase wordt het materieel ingeruild bij dealers of verkocht aan machinehandels. Deze verzorgen het 2^e en meerder hands netwerk, dat zich uitstrekt tot in landen met gebruikers met een kleinere beurs. Met name tractoren en vrachtwagens worden deels afgezet naar dit soort regio's.

Sloopbedrijven

Aan het einde van de levensduur – zeker West Europa – wordt het materieel uiteindelijk bij sloopbedrijven gedemonteerd. Het hoge staal/ijzer aandeel maakt het lucratief om dit terug te winnen als schroot voor de producenten van staal (hoogovens). Ook aluminium en koper heeft een goed afzetmarkt voor hergebruik in de keten. Kunststoffen worden aanmerkelijk minder hergebruikt.

4 Kwantificeren van emissies

Op basis van de beschrijving van de keten zoals weergegeven in hoofdstuk 3 is per ketenstap zo goed mogelijk bepaald hoeveel CO₂ wordt uitgestoten tijdens de diverse fasen van de keten. Elke paragraaf beschrijft een onderdeel van de keten en de bijbehorende CO₂-uitstoot. Voor de productiefase en met name voor de eindverwerkingsfase is erg weinig bekend. Dit is mede het gevolg van de wereldwijde bewegingen van onderdelen in de productie en het materieel zelf in de gebruiksfase.

Om een overzicht te krijgen, is gekeken naar een LifeCycleAssessment van tractoren. Het is uitgevoerd in 2000 Zuid Korea, wat ouder dus en het gaat over erg lichte LG tractoren, maar het geeft een goed beeld over inzet van grondstoffen, de milieupact en de CO₂ emissie in de keten:

Table 2: Result of inventory analysis

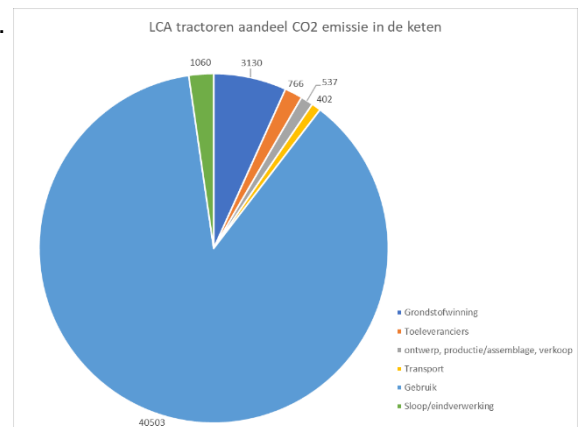
	Unit	Raw material	Supplier	In-house	Transport	Use	Dispose	
Input Material	Bauxite	kg	63.8	0.523	0.0009	0	0.71	
	Coal	kg	907.3	109.6	160.2	0	253.6	
	Crude oil	kg	194.4	73.2	50.0	26.2	11500	
	Iron (in ore)	kg	2274.8	0.067	0	0	3.23	
	Limestone	kg	-323.6	0.008	0.0013	0	0.15	
Primary energy	MJ	44514	14400	10971	1220	535000	24000	
Air emission	CO ₂	kg	3130	766	537	402	40503	1060
	NOx	kg	4.4	5.4	1.2	1.5	349	2.6
	Hydrocarbon	kg	21.7	0.021		0.40	89.6	0.13
	CO	kg	50.2	1.38	0.12	0.34	45.3	0.38
	Dust	kg	0.6	0.005	0.60	0.1	19.5	0.03
Water emission	BOD	g	107	1.58	0.234	0.157	895	0.61
	N-tot	g	48.2	9.88	2.5	0	2.18	9.15

Tabel 4.1: LCA LG-tractoren klein model

Als naar de CO₂ emissie wordt gekeken, blijkt dat het overgrote deel wordt geëmitteerd in de gebruiksfase voor brandstof en onderhoud.

Keten onderdeel	CO ₂ uitstoot	Aandeel (%)
Grondstofwinning	3.130	6,75
Toeleveranciers	766	1,65
ontwerp, productie/assemblage, verkoop	537	1,16
Transport	402	0,87
Gebruik	40.503	87,29
Sloop/eindverwerking	1.060	2,28
Totaal	46.398	100,00

Bron: LCA lichte LG tractoren 2000



4.1 Ontwerp & productie

Het materieel dat door Kummeling wordt ingezet voor maaiwerkzaamheden van bermen en ruw gras bestaat uit:

- Massey Ferguson tractoren
- Fendt tractoren
- Herder maai/zuig armen
- Herder, Hemos en Seppi klepelmaaiers
- Faunus maai-laadcombinaties
- Mercedes Actros 8x4 vrachtwagen met laadkraan

4.1.1 Beschikbaarheid emissiecijfers productie

Met name de onderdelen voor tractoren en vrachtwagens worden over de hele wereld geproduceerd. Veel slijtageonderdelen als remblokken komen uit China, filters uit Turkije etc. Hierdoor is er veel transport verwerkt in de footprint van dit groot materieel. De tractoren van Massey Ferguson en Fendt worden door AGCO geproduceerd. De Fendt tractoren worden geassembleerd en deels geproduceerd in Duitsland. De motoren komen echter uit Finland. De Massey Ferguson tractoren worden in Frankrijk geassembleerd, met Perkins of SISU (Finland) motoren. Er zijn geen footprint cijfers beschikbaar van de tractorbouwers. AGCO publiceert wel jaarlijks een sustainability report, waar wel doelen met percentages in staan, maar geen cijfers.

Herder is onderdeel van Alamo Group Inc., die machines (o.a. voor de landbouw) produceert. Zij publiceert een sustainability report met haar footprint. De CO₂-emissie over 2019 van haar geproduceerde materieel bedroeg 0,29 ton per ton uitgeleverd materieel (Bron: Alamo sustainability report 2020). Hier zijn natuurlijk alleen haar eigen emissies van de productie in vervat, niet de aankoop van onderdelen van bedrijven buiten de groep. Van de andere leveranciers van maaiers zijn geen footprint cijfers beschikbaar.

Ook vrachtwagenproducenten zijn gesloten over de feitelijke omvang van de CO₂ emissies die samenhangen met de productie van hun voertuigen. Er wordt wel veel aandacht besteed aan verbruik en CO₂ emissie in de gebruiksfase.

Er is echter wel een inschatting te maken van de omvang van de CO₂ emissies. Hierbij ga je uit van de emissies van de productie van halffabrikaten (als staal, kunststof, glas etc.) en vermeerder deze met transport en be/verwerking. De cijfers van Alamo bieden voor het laatste onderdeel een goede voorzet. Deze weg is dan ook gekozen voor de kwantificering van de productiefase van groot materieel in deze ketenanalyse.

4.1.2 Bepaling emissies samenhangend met de materieelproductie

Als gekeken wordt naar het overgrote deel van de grondstoffen voor de productie van groot materieel /landbouwmachines, dan gaat het m.b.t. gewicht met name over ijzer en staal. Dit maakt 85% van het gewicht uit (Bron: LCA LG tractoren). Verder omvat het kunststof onderdelen voor banden, cabine en slangen, glas en elektronica.

Staal/ijzer:

De footprint van de productie van staal bedraagt volgens Tata Steel 480 kg CO₂/ton staal (Bron: presentatie Bauke Bonnema, Tata Steel Construction Centre – gewalst staal balkprofiel). Het gemiddelde wijdt ligt echter veel hoger met 1.800 ton CO₂/ton ruw staal in 2013 (World Steel Association 2013). Nu zal dat in de afgelopen jaren iets zijn verbeterd, maar Tata Steel IJmuiden is niet representatief voor de Europese metaalindustrie. De 480 kg CO₂/ton is gebaseerd op de emissie van eenvoudige gewalste stalen constructies. Dit komt wel overeen met het gebruikte plaatstaal, maar niet met verdere verwerkings tussenstappen zoals het snijden, gieten en verspanen van ijzeren onderdelen voor bijvoorbeeld motoren, versnellingsbak en achterbrug etc.. Er wordt voor deze berekening daarom uitgegaan van 1.200 ton CO₂/ton staal. Het gewicht tractor van de ingezette tractor MF 5S bedraagt 5.500 kg. De emissie samenhangend met de productie van ijzer/staal is dan $5,5 \times 0,85 \times 1,2 = 5,61$ ton CO₂.

Banden:

De banden vormen met ca. 12% een ander relevant aandeel. Tractorbanden wegen voor de voorzijde 120 kg/st en achterzijde 220 kg/st. De emissiecijfers van de productie van tractorbanden zijn niet beschikbaar, maar voor banden in het algemeen is een LCA beschikbaar uit 2012 (Bron: LCA tyres).

Tabel 4.2: LCA banden

Table 47. GHG Emission Amount (Details) in the Lifecycle

Class		PCR		TBR		
		General tyres	Fuel efficient tyres	General tyres	Fuel efficient tyres	
Raw material stage	Raw material manufacturing	22.8	21.7	126.2	117.9	
	Raw material shipping	2.1	2.2	21.8	21.8	
Manufacturing stage	Manufacturing	7.8	7.0	35.6	35.2	
Distribution stage	Shipping	1.6	1.5	10.4	10.1	
Usage Stage	Use	263.4	210.8	2,167.5	1,734.0	
End of life & recycling stage	Emission amount	Recovery shipment	0.4	0.4	2.4	2.4
		Thermal recycling	11.7	9.6	23.6	21.5
		Product reuse	0.0	0.0	10.7	10.7
		Raw material reuse	0.0	0.0	7.2	6.9
		Simple burning	3.9	3.2	14.4	13.1
Total of GHG emission amount		313.7	256.4	2,419.6	1,973.6	
End of life & recycling stage	Reduction effect	Thermal recycling	-13.1	-12.5	-45.1	-43.7
		Product reuse	0.0	0.0	-29.4	-28.0
		Raw material reuse	0.0	0.0	-14.9	-13.7
GHG emission amount in lifecycle (considering reduced effect)		300.6	243.9	2,330.3	1,888.1	

Bij de productie van een vrachtwagenband T(ruck)BR van 50 kg komt ca. 194 kg CO₂ vrij (tabel bovenstaand: Raw materials t/m distribution, bron: LCA tyres). De verwachting is dat dit, per kg band $194 / 50 = 3,88$ kg CO₂/kg, weinig zal afwijken van die van de productie van tractorbanden. De CO₂ emissie m.b.t. de tractorbanden is ca. $680/50 \times 194 = 2.638$ kg CO₂. In de tabel is ook de end-of-life

verwerking weergegeven. Deze bedraagt in totaal -31,1 kg CO₂/band en per kg brand -31,1/50 = -0,622 kg CO₂/kg band of voor de 680 kg aan banden: -423 kg CO₂.

Resteert nog glas, olie, kunststof voor dashboard/bekleding etc, elektronica, airco vloeistof en diverse.

Glas:

Van glasproductie zijn cijfers beschikbaar. Voor de productie van 1 ton glas is 5,8 GJ aan warmte (uit aardgas) nodig en er komt nog 168 kg CO₂/ton glas vrij door decarbonisatie in het productieproces. Het glas in de MF tractor beslaat ca 5 m². Glas weegt 25,5 kg/m² opp. Dus 5 m² glas weegt 127,5 kg. De emissie van de productie van glas is als volgt berekend: 5,8 GJ = 5.800 MJ. 1 Nm³ aardgas heeft een calorische onderwaarde van 31,65 MJ. Er is dus 5.800/31,65 = 183,3 Nm³ gas nodig voor de productie van een ton glas. 1 Nm³ aardgas heeft een CO₂ emissiefactor van 1,884 kg/Nm³. De CO₂ emissie van de benodigde energie bedraagt daarmee 183,3 x 1,884 = 345,3 kg CO₂. Samen met de emissie van decarbonisatie tijdens het productieproces: 168 kg, bedraagt dit totaal 513,3 kg CO₂/ton glas. 127,5 kg glas brengt dus een emissie van 127,5 x 513,3

Olie:

Wat de emissie van de oliën betreft is uitgegaan van de lijst Emissiefactoren en het aantal liters inhoud van de tractor: 10 liter motorolie en 25 liter hydrauliekolie is samen 35 liter met conversiefactor van 3,035 kg CO₂/liter = 0,106 ton CO₂. De airco-vloeistof R134a omvat ca. 1 kg. De emissiefactor is o.b.v. de lijst CO₂-Emissiefactoren 1.300 kg/kg. De emissie hiervan is 1,3 ton CO₂.

Kunststof:

Resteert nog de kunststof voor dashboard/bekleding/afdichtrubbers etc., elektronica en diverse. Hiervoor is uitgegaan van een totaal van 100 kg en een emissiefactor van kunststof (deze is hoog). De CO₂ footprint van plastic (LDPE or PET, polyethylene) is ca. 6 kg CO₂ per kg plastic (Bron: Time for change), hetgeen een additonele 0,6 ton CO₂ toevoegt.

Verliezen verwerking halffabricaten:

Bij de productie wordt niet al het halffabricaat omgezet in nuttige onderdelen. Er is ook afval en overproductie. Hiervoor wordt 5 procent verlies ingecalculeerd. In deze berekening gaat dat om staal, glas en kunststof. Hiervan worden in de berekening de emissie met 5% verhoogd.

Transport upstream naar producent

Nu worden al deze producten als halffabricaat aangevoerd in één of meerdere tussenstappen. Bij tractoren, machines en vrachtwagens vak over aanzienlijke afstanden (zie paragraaf 4.1.1). Voor deze berekening wordt uitgegaan van een gemiddelde van 2.000 km transport van het totaalgewicht van de materieelstuk + 10% voor verpakkingen en op basis van vervoer per as. Voor een tractor van 5,5 ton gaat dat dus om 6,05 ton over 2.000 km met een grote vrachtwagen. Emissiefactor 0,105 tonkm volgens CO₂-Emissiefactoren.nl. De emissie bedraagt daarmee 6,05 x 2.000 x 0,105 = 1,27 ton CO₂.

Tabel 4.3.1: Overzicht bepaling CO2 emissie van de productie van tractoren

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal*	0,85 x 5,5 ton = 4,68 ton	Emissie: 1.200 kg CO2/ton: 4,68 x 1.200 = 5.610 x 1,05 = 5.891 kg CO2 (Bron : Tata Steel/World Steel Association)
Banden	2 x 120 + 2 x 220 = 680 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : 680 x 3,88 = 2.638 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Oliën	128 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 128 x 3,035 = 388,5 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Glas	127,5 kg	Emissie: 513,3 kg CO2/ton : 0,1275 x 513,3,7 = 65,45 * 1,05 = 68,72 kg CO2 (Bron: Dan Dumitrescu, chief dataofficer FEPR International https://www.linkedin.com/pulse/glass-co2-emissions-dan-dumitrescu)
Kunststof	100 kg	Emissie: 6 kg CO2/kg : 100 x 6 = 600 x 1,05 = 630 kg CO2 (Bron : Time for change)
Airco vloeistof	1 kg	Emissie: 1.300 kg CO2/kg : 1 x 1.300 = 1.300 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Ontwerp, inkoop, verkoop en assemblage	5,5 ton	Emissie: 229 kg CO2/ton ; 5,5 x 229 = 1.259 kg CO2 (Bron: Alamo sustainability report 2020)
Up-stream transport**	6,05 ton, 2000 km	Emissie: 0,105 kg CO2/tonkm : 6,05 x 2.000 x 0,105 = 1.270 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Totaal voor 5,5 ton tractor		13,45 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 2.445 kg CO2/ton materieel

*: 5% verwerkingsverlies

** : +10% verpakkingsmateriaal van lossen onderdelen in de aanlevering naar de fabriek (pallets/dozen etc.)

Tabel 4.3.2: Overzicht bepaling CO2 emissie van de productie van vrachtwagen (Mercedes Actros)

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal*	0,85 x 8,5 ton = 7,23 ton	Emissie: 1.200 kg CO2/ton: 7,23 x 1.200 = 8.670 x 1,05 = 9.103 kg CO2 (Bron : Tata Steel/World Steel Association)
Banden	300 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : 300 x 3,88 = 1.164 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Oliën	85 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 85 x 3,035 = 258 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Glas	127,5 kg	Emissie: 513,3 kg CO2/ton : 0,1275 x 513,3,7 = 65,45 * 1,05 = 68,72 kg CO2 (Bron: Dan Dumitrescu, chief dataofficer FEPR International https://www.linkedin.com/pulse/glass-co2-emissions-dan-dumitrescu)
Kunststof	100 kg	Emissie: 6 kg CO2/kg : 100 x 6 = 600 x 1,05 = 630 kg CO2 (Bron : Time for change)
Airco vloeistof	1 kg	Emissie: 1.300 kg CO2/kg : 1 x 1.300 = 1.300 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Ontwerp, inkoop, verkoop en assemblage	8,5 ton	Emissie: 229 kg CO2/ton ; 8,5 x 229 = 1.947 kg CO2 (Bron: Alamo sustainability report 2020)
Up-stream transport**	9,35 ton, 2000 km	Emissie: 0,105 kg CO2/tonkm : 9,35 x 2.000 x 0,105 = 1.963 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Totaal voor 8,5 ton vrachtwagen		16,43 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 1.933 kg CO2/ton materieel

*: 5% verwerkingsverlies

** : +10% verpakkingsmateriaal van lossen onderdelen in de aanlevering naar de fabriek (pallets/dozen etc.)

Voor de productie van landbouwmachines zonder eigen motor en cabine en veelal zonder eigen banden zal de emissie relatief iets lager liggen. Dit betreft de losse klepelmaaiers. Deze bestaan voor bijna 95 gewichtsprocent uit staal. Bij dit materieel wordt daarom uitgegaan van de waarde van staal van 1.200 kg CO2/ton staal.

Tabel 4.4: Overzicht bepaling CO2 emissie van maai/laad combinatie (eigen gewicht 3.900 kg)

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal*	3,740 ton	Emissie: 1.200 kg CO2/ton: $3,74 \times 1.200 = 4,488 \times 1,05 = 4.712$ kg CO2 (Bron : Tata Steel/World Steel Association)
Banden	150 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : $150 \times 3,88 = 582$ kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Olie tandwielkast	10 liter olie	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : $10 \times 3,035 = 30,35$ kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Ontwerp, inkoop, verkoop en assemblage	3,74 ton	Emissie: 229 kg CO2/ton ; $3,74 \times 229 = 856,5$ kg CO2 (Bron: Alamo sustainability report 2020)
Up-stream transport**	4,11 ton*, 2000 km	Emissie: 0,105 kg CO2/tonkm : $4,11 \times 2.000 \times 0,105 = 863,1$ kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Totaal voor 3,9 ton maai/laad combi		7,04 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 1.806 kg CO2/ton materieel

*: 5% verwerkingsverlies

** : +10% verpakkingsmateriaal van lossen onderdelen in de aanlevering naar de fabriek (pallets/dozen etc.)

Tabel 4.5: Overzicht bepaling CO2 emissie van gekoppelde klepelmaaiers (4 stuks en 2 koppen)

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal	3,2 ton	Emissie: 1.200 kg CO2/ton: $3,2 \times 1.200 = 3.840 \times 1,05 = 4.032$ kg CO2 (Bron : Tata Steel/World Steel Association)
Ontwerp, inkoop, verkoop en assemblage	3,2 ton	Emissie: 229 kg CO2/ton ; $3,2 \times 229 = 732,8$ kg CO2 (Bron: Alamo sustainability report 2020)
Up-stream transport	1,1 ton*, 2000 km	Emissie: 0,105 kg CO2/tonkm : $1,1 \times 2.000 \times 0,105 = 231$ kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Totaal voor 3,2 ton klepelmaaiers		4,995 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 1.561 kg CO2/ton materieel

*: 5% verwerkingsverlies

** : +10% verpakkingsmateriaal van lossen onderdelen in de aanlevering naar de fabriek (pallets/dozen etc.)

De Herder maaiarm heeft een eigen hydrauliek installatie die wordt aangedreven door de aftakas. Hiervoor is een andere emissie waarde van toepassing. De door Kummeling ingezette Herder Grenadier maaiarm heeft een hydrauliekolie tank van 200 liter en een eigen gewicht van 3.500 kg.

Tabel 4.6: Overzicht bepaling CO2 emissie van de Herder Grenadier maaiarm

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal	3,2 ton	Emissie: 1.200 kg CO2/ton: $3,2 \times 1.200 = 3.840 \times 1,05 = 4.032$ kg CO2 (Bron : Tata Steel/World Steel Association)
Oliën	200 liter	Emissie: 3,035 kg CO2/liter : $200 \times 3,035 = 607$ kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)

Ontwerp, inkoop, verkoop en assemblage	3,5 ton	Emissie: 229 kg CO ₂ /ton ; 3,5 x 229 = 801,5 kg CO ₂ (Bron: Alamo sustainability report 2020)
Up-stream transport	3,5* ton, 2000 km	Emissie: 0,105 kg CO ₂ /tonkm : 3,5 x 2.000 x 0,105 = 808,5 kg CO ₂ (Bron: CO ₂ -emissiefactoren.nl)
Totaal voor 3,5 ton Grenadier maaiarm		6,25 ton CO ₂ Omgerekend naar CO ₂ per ton materieel: 1.785 kg CO ₂ /ton materieel

*: 5% verwerkingsverlies

** : +10% verpakkingsmateriaal van lossen onderdelen in de aanlevering naar de fabriek (pallets/dozen etc.)

4.2 Verbruiksfase

De Scope 3 emissies bestaan uit de inkoop van (slijtage)onderdelen en smeermiddelen t.b.v. van onderhoud en reparaties van materieel. Het onderhoud wordt in eigen werkplaats uitgevoerd. Verwarming en elektriciteitsverbruik valt daarom bij Kummeling in scope 1 respectievelijk 2. Verder worden de machines regelmatig gereinigd, waar water voor wordt ingekocht. Het brandstofverbruik en elektraverbruik van de hogedrukspuit valt weer onder scope 1 en 2. Bij de meeste collega bedrijven wordt in meer- of mindere mate het onderhoud in eigen beheer uitgevoerd.

De werkplaats en magazijn beslaan samen 550m² bedrijfsruimte. De verwarming wordt verzorgd via dieselolieverwarming en zit al in de footprint. Het verbruik van elektra voor de werkplaats is voor het grootste deel voor de verlichting, die nu deels in LED is uitgevoerd en bedraagt 5.076 kWh.

De verbruiksfase van het maaimaterieel omvat in de praktijk 10.000 uur. Wat de vrachtwagen betreft gaat het bij een korte afstand vrachtwagen om een gemiddelde levensduur van 13,4 jaar bij (Bron TNO2 pag.35). Waarbij 36.532 km/jaar (Bron TNO2 pag.35) wordt gereden. Dit komt neer bij 40 km/u op ca. 12.238 bedrijfsuren worden gemaakt.

Voor het materieel worden bij Kummeling het volgende onderhoudsschema gehanteerd voor het maai materieel (alleen de activiteiten met veel CO₂ effect weergegeven):

Tabel 4.7: CO₂ emissie van onderhoud materieel in de gebruiksfase

Onderhoud activiteit	Frequentie (draaiuren)	Omvang verbruiks artikelen	CO ₂ emissie
tractoren			
Motorolie verversen	500 uur	10 liter olie + 250 gram oliefilter	Emissie/liter: 3,035 kg CO ₂ : 10 x 3,035 = 30,4 kg CO ₂ (Bron: CO ₂ -emissiefactoren.nl) + 0,25 x 2,165 kg CO ₂ /kg = 30,9 kg/CO ₂ (Bron: emissie inkoop onderdelen Kummeling)
Hydrauliekolie verversen	1.500 uur	55 liter hydrauliek olie	Emissie/liter: 3,035 kg CO ₂ : 55 x 3,035 = 166,9 kg CO ₂ (Bron: CO ₂ -emissiefactoren.nl)
Transmissieolie verversen	1.500 uur	55 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO ₂ : 55 x 3,035 = 166,9 kg CO ₂ (Bron: CO ₂ -emissiefactoren.nl)
Verversen olie vooras en eindaandrijving	500 uur	8 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO ₂ : 8 x 3,035 = 24,3 kg CO ₂ (Bron: CO ₂ -emissiefactoren.nl)

Onderhoud activiteit	Frequentie (draaiuren)	Omvang verbruiks artikelen	CO2 emissie
Banden vernieuwen	7.500 uur	680 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : 680 x 3,88 = 2.638 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Verwerking afgewerkte olie	1.500 uur	3 x (10 + 8) + 2x 55 = 164 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 164 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,142 ton x 17 = 2,41 kg CO2 (Bron: Keten-analyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Afval verwerking banden	5.000 uur	680 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : 680 x 0,622 = -423 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Filters, doeken, verpakkingen etc	1.500 uur	5 kg	Emissie 165 kg CO2/ton : 0,005 x 165 = 0,83 kg CO2 (Bron: bedrijfsafval ketenanalyse Van Hatten Blankenvoort 2015)
Schoonspuiten tractor	1x per week = 40 uur	400 liter verwarmd water onder hoge druk	2,5 kWh groene stroom NL + 3,5 l diesel + 0,4 m3 water = 3 x 3,473 + 0,4 x 0,298 = 12,3 kg CO2 (Bron ECA Kummeling, emissiefactor water Stimular))
Vrachtwagen			
Motorolie verversen	30.000 km	35 liter olie + oliefilter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 35 x 3,035 = 106,2 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl) + 0,25 x 2,165 kg CO2/kg = 106,7 kg CO2 (Bron: emissie inkoop onderdelen Kummeling)
Versnellingsbakolie verversen	100.000 km	15 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 15 x 3,035 = 45,5 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Differentieel/ assenolie vervangen	120.000 km	35 liter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 35 x 3,035 = 106,2 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Remblokken vervangen	150.000 km	Remblokken (3 kg)	Emissie: 2,165 kg CO2/kg onderdelen : 3 x 2,165 kg CO2/kg = 6,5 kg CO2 (Bron: emissie inkoop onderdelen Kummeling)
Banden vervangen	100.000 km	300 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : 300 x 3,88 = 1.164 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Verwerking afgewerkte olie	120.000 km	4 x (35) + 1,2 x 15 + 35 = 193 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 193 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,167 ton x 17 = 2,84 kg CO2 (Bron: Keten-analyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Afval verwerking banden	100.000 km	300 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : 300 x 0,622 = -187 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Filters, doeken, verpakkingen etc	120.000 km	15 kg	Emissie 165 kg CO2/ton : 0,015 x 165 = 2,5 kg CO2 (Bron: bedrijfsafval ketenanalyse Van Hatten Blankenvoort 2015)
Schoonspuiten Vrachtwagen	1x per week = 925 km	400 liter verwarmd water onder hoge druk	2,5 kWh groene stroom NL + 3,5 l diesel + 0,4 m3 water = 3 x 3,473 + 0,4 x 0,298 = 12,3 kg CO2 (Bron ECA Kummeling, emissiefactor water Stimular))
Herder Grenadier maaiarm			
Hydrauliek olie verversen	5.000 uur	200 liter olie + oliefilter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 200 x 3,035 = 607 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl) + 0,25 x 2,165

Onderhoud activiteit	Frequentie (draaiuren)	Omvang verbruiks artikelen	CO2 emissie
			kg CO2/kg = 607,5 kg/CO2 (Bron: emissie inkoop onderdelen Kummeling)
Tandwielkast olie verversen	1.000 uur	5 liter olie + oliefilter	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 5 x 3,035 = 15,2 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl) + 0,25 x 2,165 kg CO2/kg = 15,6 kg/CO2 (Bron: emissie inkoop onderdelen Kummeling)
Verwerking afgewerkte olie	10.000 uur	245 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 245 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,211 ton x 17 = 3,6 kg CO2 (Bron: Keten-analyse BTL + LCA lubr.oil Ifeu 2018)
Maai-laad combi			
Tandwielkast olie verversen	1x jaar	10 liter olie	Emissie/liter: 3,035 kg CO2 : 10 x 3,035 = 30,35 kg CO2 (Bron: CO2-emissiefactoren.nl)
Banden vervangen	1x 5 jaar	150 kg	Emissie: 3,88 kg CO2/kg : 150 x 3,88 = 582 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Afval verwerking banden	1x 5 jaar	150 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : 150 x 0,622 = -94 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Verwerking afgewerkte olie	1x jaar	10 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 10 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,008647 ton x 17 = 0,147 kg CO2 (Bron: Keten-analyse BTL + LCA lubr.oil Ifeu 2018)
Maaikoppen/getrokken-gedragen klepelmaaiers			
Alleen smeren			

Op basis van tabel 4.7 is de CO2 emissie van het onderhoud over de levensduur te bepalen. Voor de tractoren en het maaimaterieel wordt uitgegaan van 10.000 uur, van de vrachtwagen van 500.000 km (Bron: TNO).

Tabel 4.8 Bepaling totale emissie samenhangend met onderhoud gedurende de gebruiksfase:

Onderhoud tractoren	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 10.000 uur	Emissie (kg CO2)
Motorolie verversen	500	30,9	19,00	587,10
Hydrauliekolie verversen	1.500	166,9	6,00	1.001,40
Transmissieolie verversen	1.500	166,9	6,00	1.001,40
Verversen olie vooras en eindaandrijving	500	24,9	19,00	473,10
Banden vernieuwen	5.000	2.638	1,00	2.638,00
Verwerking afgewerkte olie	1.500	2,41	6,00	14,46
Afval verwerking banden	5.000	-423	1,00	-423,00
Filters, doeken, verpakkingen etc	1.500	0,83	6,00	4,98
Schoonspuiten tractor	40	12,3	250,00	3.075,00

Onderhoud tractoren	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 10.000 uur	Emissie (kg CO2)
				8.372,44
			per uur:	0,84

Tabel 4.8 Bepaling totale emissie samenhangend met onderhoud gedurende de gebruiksfase:

Onderhoud vrachtwagen	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 500.000 km	Emissie (kg CO2)
Motorolie verversen	30.000	106,7	16,00	1.707,20
Versnellingsbakolie verversen	100.000	45,5	5,00	227,50
Differentieel/ assenolie vervangen	120.000	106,2	4,00	424,80
Remblokken vervangen	150.000	6,5	3,00	19,50
Banden vervangen	100.000	1164	5,00	5.820,00
Verwerking afgewerkte olie	120.000	2,84	4,00	11,36
Afval verwerking banden	100.000	-187	5,00	-935,00
Filters, doeken, verpakkingen etc	120.000	2,5	4,00	10,00
Schoonspuiten Vrachtwagen	30	12,3	540,00	6.642,00
				13.927,36
			per km:	0,03
			per uur (40 km):	1,39

Onderhoud maai-laad combi	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 10 jaar	Emissie (kg CO2)
Tandwielkast olie verversen	1x per jaar	15,2	9	108
Banden vervangen	1x 5 jr	582	1	582
Afval verwerking banden	1x 5 jr	-94	1	-94
Verwerking afgewerkte olie	1x per jaar	0,147	9	1,32
			Totaal	596
			per uur:	0,060

Onderhoud Grenadier maaiarm	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 10 jaar	Emissie (kg CO2)
Hydraulieolie verversen	5.000 uur	607,5	1	607,5
Tandwielkast olie verversen	1.000 uur	15,6	9	140,4
Verwerking afgewerkte olie	10.000 uur	3,6	1	3,6
			Totaal	751,5
			per uur:	0,0752

Onderhoud maai-koppen-machines	interval	emissie (kg/CO2)	aantal keer in 10 jaar	Emissie (kg CO2)
Alleen smeren	-	-	-	-
			Totaal	0
			per uur:	0

De inzet van het maaimateriaal in 2019 voor PCM maaien bermen en ruw gras voor overheden bedroeg 6.500 uur. Het aandeel CO2 emissie samenhangend met de kapitaalgoederen voor deze PCM is als volgt opgebouwd:

Tabel 4.9: Emissie kapitaalgoederen in de gebruiksfase PCM maaien bermen/ruw gras voor overheden 2019

Materieel	aantal	Draaiuren/st.	Emissie/uur /km (kg/CO2)	Subtotaal (kg/CO2)
Tractoren	3	2.200	0,84	5.544,00
Vrachtwagen	1	12	1,39	16,68
Maai/laadcombi	1	2.500	0,06	150,00
Maaiarm Grenadier	2	2.200	0,075	330,00
Maaiers/maaikoppen	4	2.200	0	0
			Totaal	6.040,68

Naast het onderhoud worden er ook schades opgelopen door putranden en zwerfafval en andere obstakels die zich in het hoge ruwgras/bermen bevinden. Deze zijn nu nog niet meegenomen.

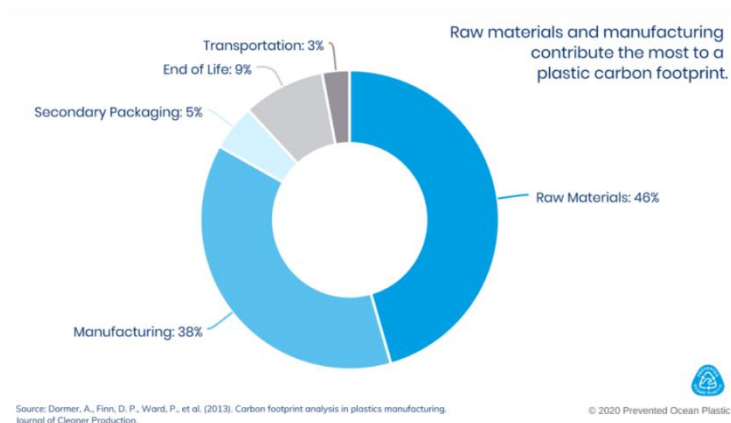
4.3 Sloop/eindverwerking

Voor de eindverwerking van tractoren is m.u.v. de LCA studie van lichte tractoren in Zuid-Korea weinig informatie beschikbaar. Deze studie uit 2000 vermeldt een emissie van 2,28% van de totale CO2 emissie in de LCA. Dit is echter sterk afhankelijk van de recycle mogelijkheden, die de afgelopen 20 jaar aanzienlijk zijn toegenomen. Onderstaand een analyse op basis van de materialen waaruit de 5,5 ton tractor die wordt ingezet uit is opgebouwd (zelfde als bij de analyse van de productie)

Tabel 4.10: Emissie van de end of life verwerking tractoren

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal	0,85 x 5,5 ton = 4,68 ton	Emissie: -1,59 kg CO2/ton: 4,68 x -1,59 = -7,44 kg CO2 (Bron :www.gpgroot.nl)
Banden	2 x 120 + 2 x 220 = 680 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : 680 x 0,622 = -423 kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Oliën	128 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 128 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,111 ton x 17 = 1,88 kg CO2 (Bron: Keten-analyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Glas	127,5 kg	Emissie: -116 kg CO2/ton : 0,1275 x -116 = - 14,79 kg CO2 (Bron: Vlakglasrecycling Nederland)
Kunststof	100 kg	Emissie: 0,64 kg CO2/kg : 100 x 0,64 = 64 kg CO2 (Bron : LCA kunststoffen – journal of cleaner production)
Airco vloeistof	1 kg	n.n.b. - vervliegt mogelijk en is dan meegenomen in de productie
Totaal voor 5,5 ton tractor		-0,79 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 68,97 kg CO2/ton materieel

Kunststof recycling wordt vaak hoog ingeschat. De hoge footprint van kunststoffen in de productie



ervan, heeft echter geen relatie met de herbestemming/recycling.

Onderzoek laat zien (fig 4.1) dat 84% van de CO2 emissies van de LCA in de productiefase worden uitgestoten. Deze bedraagt 6 kg/kg (Bron : Time for change). De LCA geeft aan dat 9% samenhangt met de recycling. Dit is $6/84 \times 9 = 0,64$ kg/kg.

Fig. 4.1: LCA analyse kunststoffen

Tabel 4.11: Emissie van de end of life verwerking vrachtwagen

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal*	0,85 x 8,5 ton = 7,23 ton	Emissie: -1,59 kg CO2/ton: $4,68 \times -1,59 = -7,44$ kg CO2 (Bron :www.gpgroot.nl)
Banden	300 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : $300 \times -0,622 = -186,6$ kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Oliën	85 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus $128 \text{ liter} \times 0,8647 \times 0,001 = 0,111 \text{ ton} \times 17 = 1,88$ kg CO2 (Bron: Ketenanalyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Glas	127,5 kg	Emissie: -116 kg CO2/ton : $0,1275 \times -116 = -14,79$ kg CO2 (Bron: Vlakglasrecycling Nederland)
Kunststof	100 kg	Emissie: 0,64 kg CO2/kg : $100 \times 0,64 = 64$ kg CO2 (Bron : LCA kunststoffen – journal of cleaner production)
Airco vloeistof	1 kg	n.n.b. - vervliegt mogelijk en is dan meegenomen in de productie
Totaal voor 8,5 ton vrachtwagen		-0,175 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 20,7 kg CO2/ton materieel

Tabel 4.12: Emissie van de end of life verwerking maai/laad combi

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal*	3,740 ton	Emissie: -1,59 kg CO2/ton: $3,74 \times -1,59 = -5,95$ kg CO2 (Bron :www.gpgroot.nl)
Banden	150 kg	Emissie: -0,622 kg CO2/kg : $150 \times -0,622 = -93,3$ kg CO2 (Bron : LCA tyres 2012)
Olie tandwielkast	10 liter olie	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus $10 \text{ liter} \times 0,8647 \times 0,001 = 0,008647 \text{ ton} \times 17 = 0,147$ kg CO2 (Bron: Ketenanalyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Totaal voor 3,9 ton maai/laad combi		-0,0991 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: 1.806 kg CO2/ton materieel

Tabel 4.12: Emissie van de end of life verwerking maaiarm Grenadier

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal	3,2 ton	Emissie: -1,59 kg CO2/ton: $3,2 \times -1,59 = -5,09$ kg CO2 (Bron :www.gpgroot.nl)

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
Oliën	200 liter	Emissie 17 kg CO2/ton : relatieve dichtheid = 0,8647 kg/liter dus 200 liter x 0,8647 x 0,001 = 0,173 ton x 17 = 2,94 kg CO2 (Bron: Ketenanalyse BTL + LCA lubr.oil lfeu 2018)
Totaal voor 3,5 ton Grenadier maaiarm		-0,00215 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: -0,614 kg CO2/ton materieel

Tabel 4.13: Emissie van de end of life verwerking klepelmaaier/koppen (2 koppen/4 maaier)

Product	Gewicht/volume	Berekening CO2 emissie
IJzer / staal	3,2 ton	Emissie: -1,59 kg CO2/ton: 3,2 x -1,59 = -5,09kg CO2 (Bron :www.gpgroot.nl)
Totaal voor 3,2 ton Klepelmaaiers		-0,0051 ton CO2 Omgerekend naar CO2 per ton materieel: -1,59 kg CO2/ton materieel

4.4 LCA analyse van de keten

De berekende emissies van de stappen in de keten kunnen worden opgeteld tot een totaalbedrag aan emissie die samenhangt met het materieel. In tabel 4.10 is dit uitgewerkt.

Tabel 4.10: LCA materieel maaierwerken

Tractoren 5,5 ton	Emissie per materieelstuk (ton CO2)	Emissie / ton materieel (kg/ton materieel)
Productiefase	13,45	2.444
Gebruiksfase	8,37	1.521
End of life fase	-0,79	-143
Totaal	21,03	3.822
CO2 emissie per draaiuur	0,002103	0,3822

Vrachtwagen 8,5 ton	Emissie per materieelstuk (ton CO2)	Emissie / ton materieel (kg/ton materieel)
Productiefase	16,43	1.933
Gebruiksfase	13,93	1.639
End of life fase	-0,175	-20,7
Totaal	30,19	3.551
CO2 emissie per draaiuur*	0,002447	0,290
CO2 emissie per km	0,00006038	0,00710

*12.238 draaiuren/500.000 km

Maailaadcombi 3,9 ton	Emissie per materieelstuk (ton CO2)	Emissie / ton materieel (kg/ton materieel)
Productiefase	7,04	1.806
Gebruiksfase	0,596	153
End of life fase	-0,991	-25,4
Totaal	6,65	1.705
CO2 emissie per draaiuur	0,000665	0,171

Maaiaarm Grenadier 3,5 ton	Emissie per materieelstuk (ton CO2)	Emissie / ton materieel (kg/ton materieel)
Productiefase	6,25	1.785
Gebruiksfase	0,752	153
End of life fase	-0,00215	-0,614
Totaal	7,00	1.937
CO2 emissie per draaiuur	0,00070	0,194

Maaimachines/koppen	Emissie per materieelstuk (ton CO2)	Emissie / ton materieel (kg/ton materieel)
Productiefase	4,995	1.561
Gebruiksfase	0	0
End of life fase	-0,0051	-1,59
Totaal	4,99	1.559
CO2 emissie per draaiuur	0,00049	0,156

Op basis van bovenstaande LCA cijfers is het aandeel te bepalen in de CO2-emissie die puur betrekking heeft op materieel (kapitaalgoederen). Dit was ingeschat op basis van een zeer grove LCA analyse: 7% van de emissies hangen samen met de productie, onderhoud en sloop van machines, 93% is de emissie uit de gebruiksfase. In een vluchtige berekening kwam de CO2-emissie van de PCM bermmaaien 2019 (6.500 uur) uit op 31,4 ton. Nadere berekening geeft het resultaat van 19,7 ton CO2 (zie onderstaande tabel 4.12).

Tabel 4.12: Emissie kapitaalgoederen PCM maaien bermen/ruw gras voor overheden 2019

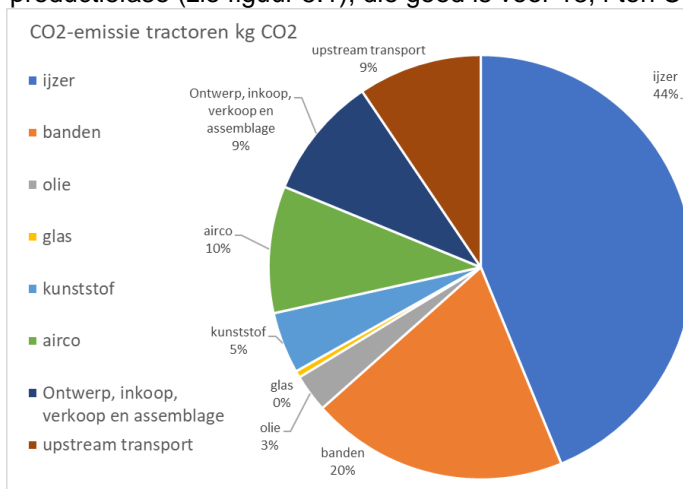
Materieel	aantal	Draaiuren	Emissie/uur /km (kg/CO2)	Subtotaal (kg/CO2)
Tractoren	3	2.200	2,10	13.860,0
Vrachtwagen	1	12	2,45	29,4
Maai/laadcombi	1	2.500	0,67	1.675,0
Maaiaarm Grenadier	2	2.200	0,70	3.080,0
Set 4 Maaiers/2 maaikoppen	1	2.200	0,49	1.078,0
			Totaal	19.722,4

5 Identificeren en benutten van reductiekansen

5.1 Identificatie van reductiekansen

De reductiekansen zijn het grootst bij de grote getallen. Uit tabel 4.12 blijkt dat tractoren het grootste aandeel hierin hebben. De bijdrage is 3x groter dan de klepelmaaiers/arm of vrachtwagen. De invloed van de vrachtwagen zal groter zijn als er gras moet worden afgevoerd, maar dat was in dit jaar slechts beperkt aan de orde.

Als bij tractoren wordt gekeken (tabel 4.10) dan gaat het om de productie en de gebruiksfase. In de productiefase (zie figuur 5.1), die goed is voor 13,4 ton CO₂, vormt het aandeel staal en banden de

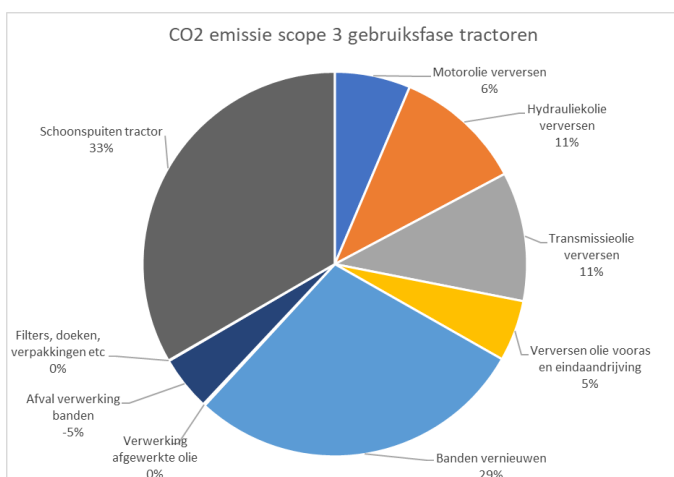


grootste bijdrage. Het is vooral het gewicht wat de doorslag geeft. De tractor heeft een gewicht van 5,5 ton. Er is voor het maaien met de maaïarm een minimaal gewicht van 4,5 ton nodig voor de stabiliteit. Er zijn dus mogelijkheden om een lichtere tractor in te zetten. Reductie van 1 ton geeft een besparing van 380 gram CO₂ per draaiuur. Op de PMC gaat het om 6.500 draaiuren en daarmee om 2,5 ton CO₂ en 13%.

Figuur 5.1: verdeling CO₂-emissie bij de productie van tractoren

Dit geldt in het algemeen. Het materiaalgebruik voor de machines heeft een forse invloed op de footprint. Bij investering moet kritisch worden gekeken of er geen kleinere, vooral lichtere machines mogelijk zijn voor de uitvoering van de werkzaamheden.

Figuur 5.2: aandeel emissie gebruiksfase tractoren



Als bij tractoren naar de gebruikersfase wordt gekeken (8,3 ton CO₂), dan vormen het schoonspuiten van de tractoren 33% en het vervangen van de banden 29% het grootste aandeel in de emissies. Bij de berekeningen is uitgegaan van een wekelijkse wasbeurt. Hier zijn besparingen mogelijk. De belangrijkste emissie hangt samen met het gebruik van warm water. Verlaging van de temperatuur en zomers koud water gebruiken geeft al een substantiële reductie. Het langer doen met

de banden heeft ook een aanzienlijk effect. Hier komt het dus vooral aan op "zuinig" omgaan met de energie en de banden.

Als er footprint gegevens komen van de producenten van machines, biedt dit ook een mogelijkheid om te sturen. Deze zal echter vooral zijn gericht op de individuele footprint van de machinebouwer. Deze heeft echter maar een beperkt aandeel van 9% in de CO2 emissie van de productie van tractoren. De producent van staal en banden heeft veel grotere invloed. De machinebouwers moeten dus worden bewogen om de footprint van de staal- en bandenfabriek en hun grondstoffen leveranciers mee te laten wegen! Daarnaast kunnen zij in het ontwerp kiezen voor gerecyclede materialen of materialen met een hoog recycling aandeel. Dit kan tot aanzienlijke reducties leiden, met name bij materialen die gemakkelijk naar hergebruik in de originele vorm kunnen leiden als b.v. aluminium (grote footprint bij nieuwproductie, maar lage footprint voor recycling naar inzet voor originele toepassing).

5.2 Reductiedoelstellingen & monitoring

Uit voorgaande paragraaf blijkt dat reducties met het meeste effect kunnen in grote mate door Kummeling worden beïnvloed. Dit door middel van keuzes in het inkoopbeleid en het slim omgaan met het onderhoud en gebruik.

Doelstelling 1: Inzetten van lichtere tractoren bij maaiwerkzaamheden

In de werkvoorbereiding van 2022 zal worden geanalyseerd hoe kan worden bespaard op het gewicht van ingezette apparatuur, met name tractoren. Er zal een vergelijk worden gemaakt met de set van 2021 en de nieuwe lichtere set. Doel is allereerst een werkbaar resultaat te realiseren. Met als doel het totaalgewicht van de set met 10% te reduceren. Inzet van de nieuwe set in 2023.

Doelstelling 2: Reductie van het energieverbruik bij reinigen van de machines.

Door reinigen met een lagere temperatuur en zomers zonder verwarming, als het lukt, wordt het diesilverbruik van het hoge druk reinigen met 30% verlaagd. De monitoring geschiedt door brandstofregistratie en de medewerkers worden via kennisdelingsbijeenkomsten geïnformeerd over aanpak en voortgang.

6 Bronvermelding

Bron / Document	Kenmerk
Handboek CO ₂ -prestatieladder 3.0, 10 juni 2015	Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen
Corporate Accounting & Reporting standard	GHG-protocol, 2004
Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard	GHG-protocol, 2010a
Product Accounting & Reporting Standard	GHG-protocol, 2010b
Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines	NEN-EN-ISO 14044
Tatasteel presentatie	Presentatie bouwen met staal – Tata Steel, Bouke Bonnema, Tata Steel Construction Centre
www.ecoinvent.org	Ecoinvent v2
www.bamco2desk.nl	BAM PPC-tool
www.milieudatabase.nl	Nationale Milieudatabase
http://edepot.wur.nl/160737	Alterra-rapport 2064
Deltaprogramma Agrarisch Waterbeheer	http://multifunctionelelandbouw.net/system/files/documenten/boek/nuttig_toepassen_op_bedrijf_van_sloot_en_bermmaaisel.pdf
Time for change	https://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-co2-emissions-during-their-lifetime/
Presentation World steel association Tokyo 2013	https://ieaghg.org/docs/General_Docs/Iron%20and%20Steel%20%20Secure%20presentations/1620%20Ladislav%20Horvath.pdf
LCA Tyres	Tyre LCCO ₂ Calculation Guidelines Ver. 2.0 2012 - The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association, Inc.
LCA oil Ifeu 2018	Ifeu 2018: LCA for regeneration of waste oil to base oil

De opbouw van dit document is gebaseerd op de Corporate Value Chain (Scope 3) Standaard. Daarnaast is, waar nodig, de methodiek van de Product Accounting & Reporting Standard aangehouden (zie de onderstaande tabel).

Corporate Value Chain (Scope 3) Standard	Product Accounting & Reporting Standard	Ketenanalyse:
H3. Business goals & Inventory design	H3. Business Goals	Hoofdstuk 1
H4. Overview of Scope 3 emissions	-	Hoofdstuk 2
H5. Setting the Boundary	H7. Boundary Setting	Hoofdstuk 3
H6. Collecting Data	H9. Collecting Data & Assessing Data Quality	Hoofdstuk 4
H7. Allocating Emissions	H8. Allocation	Hoofdstuk 2
H8. Accounting for Supplier Emissions	-	Onderdeel van implementatie van CO ₂ -Prestatieladder niveau 5
H9. Setting a reduction target	-	Hoofdstuk 5

7 Verklaring opstellen ketenanalyse

Deze ketenanalyse is opgesteld door ir. N.P.C Mul. De ketenanalyse is daarnaast volgens het vier-ogen principe gecontroleerd door Wilbert Krooshof, projectleider bij Kummeling BV. Wilbert Krooshof is verder niet betrokken geweest bij het opstellen van het CO₂-reductiebeleid van Kummeling BV, wat zijn onafhankelijkheid ten opzichte van het opstellen van de ketenanalyse waarborgt. Bij deze beoordeling is vastgesteld dat de gebruikte scope, brongegevens en berekeningen juist zijn weergegeven in het huidige rapport. Er zijn geen afwijkingen vastgesteld wat betreft volledigheid, onafhankelijkheid en deskundigheid van de analyse.

Voor akkoord getekend:

Ir. N.P.C. Mul
Mul Management Consultants BV



Mul Management Consultants BV
Mooksebaan 6, 6562 ZS Groesbeek