

Ketenvergelijking straalmiddelen: Grittal, korund en granaatzand

In opdracht van Agentschap NL
Projectnummer P015610179
Opgesteld door MWH B.V.
Projectnummer M10A0302
Documentnaam S:\data\project\M10\M10A0302\m10a0302.r01.docm
Datum 4 januari 2011

Postadres
Postbus 270
2600 AG DELFT
Nederland
T +31(0)15 7512300
F +31(0)15 2625365

Bezoekadres
Deiftechpark 9
2628 XJ DELFT
Nederland
www.mwhglobal.nl

KVK Haaglanden 27 18 43 23
ING Bank Delft 65 93 74 331
IBAN NL 63 ING B 0659 374331/BIC INGBNL2A
MWH is ISO 9001:2008 en VCA* gecertificeerd

Inhoudsopgave

1	Aanleiding	5
2	Ketens & afbakening	7
	2.1 De ketens	7
	2.2 Milieuthema's	9
	2.3 Achtergronddata	9
3	Resultaten	11
	3.1 Milieu	11
	3.2 Arbo & financiën	16
	3.3 Besparingspotentieel	18
4	Conclusies & aanbevelingen	19
Bijlage 1:	Milieu-effecten en kosten inputs en outputs	
Bijlage 2:	Milieu-effecten en levensduur slangen, nozzles en filters	
Bijlage 3:	Netto verbruik straalmiddelen	

1 Aanleiding

Op veel oppervlakken die we in het dagelijks leven zien, zit een coating die er voor zorgt dat het materiaal langer meegaat en zijn functie beter kan vervullen. Zo zijn auto's, treinen, bruggen etc. allemaal voorzien van coatings, bijvoorbeeld tegen roest. Voordat een coating op een oppervlak aangebracht kan worden, zijn eerst een aantal andere procesbewerkingen nodig, waaronder het stralen van het object.

In de oppervlaktebehandelende industrie worden op dit moment onder andere korund en granaatzand gebruikt als straalmiddel¹. Bij een aantal bedrijven is echter een nieuw alternatief straalmiddel in gebruik, Grittal, dat een aantal voordelen heeft ten opzichte van de reguliere straalmiddelen. Zo zijn er in de gebruiksfase naast besparingen op het gebied van energie, ook verbeteringen op het gebied van Arbo, omdat stralen met Grittal bijvoorbeeld veel minder stof veroorzaakt dan regulier stralen.

Agentschap NL wil graag inzicht krijgen in de milieu-effecten van de hele keten van Grittal, vergeleken met gangbare straalmiddelen. In dit rapport worden achtereenvolgens de ketens, de milieu-effecten en de kosten van de verschillende straalmiddelen besproken. Het gaat hierbij nadrukkelijk om het gebruik van deze straalmiddelen in een straalcabine, zodat ze herhaaldelijk kunnen worden gebruikt. Tot slot volgen de conclusies en aanbevelingen.

¹ Naast korund en granaatzand wordt ook een groot aantal andere straalmiddelen gebruikt, zoals staalgrit, glasparels, keramische parels, etcetera. Vanwege de eigenschappen van Grittal en financiële afwegingen is het echter het meest logisch om aan te nemen dat Grittal korund of granaatzand vervangt.

2 Ketens & afbakening

2.1 De ketens

Om een ketenstudie te kunnen uitvoeren, is het van belang om goed in kaart te hebben hoe de ketens er precies uitzien. De ketens van korund, granaatzand en Grittal zijn daarom weergegeven in Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3. Hierin is duidelijk te zien dat de gebruiksfase en de afvalfase voor de drie straalmiddelen sterk op elkaar lijken (het rood omliggende deel van de figuur is telkens hetzelfde). De voor ketens verschillen echter behoorlijk.

Korund

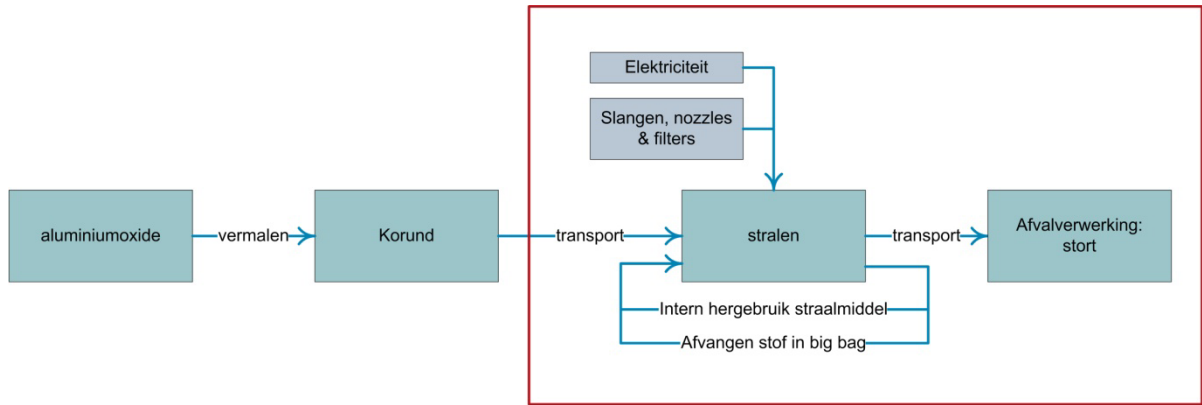
Om korund te maken, wordt eerst middels mijnbouw aluminiumoxide gewonnen (zie Figuur 1). Vervolgens wordt de aluminiumoxide vermalen, zodat het gebruikt kan worden als straalmiddel. Het korund wordt getransporteerd naar de leverancier en vanaf daar naar de gebruiker. Voor het stralen van een oppervlak is naast korund ook energie nodig in de vorm van elektriciteit, filters voor de afzuiging en slangen en spuitnozzles. Bij het stralen ontstaat veel stof, dat wordt afgevangen in big bags, en vervolgens naar de afvalverwerking gaat.

Granaatzand

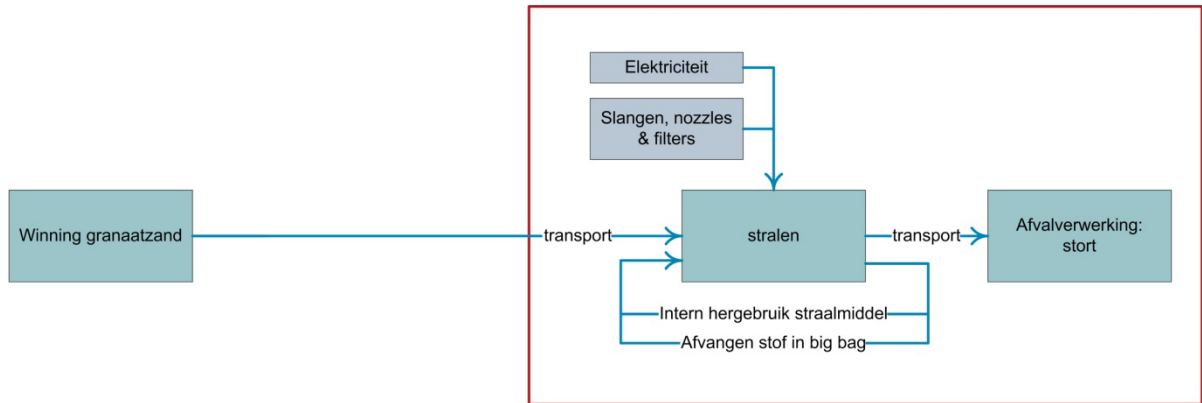
Granaatzand is een zandsoort, die van nature rijk is aan het mineraal granaat. Granaatzand komt vrij veel voor op de stranden van India en Australië, en de grootste producenten van granaatzand zijn dan ook India en Australië. De keten van granaatzand (Figuur 2) lijkt sterk op de keten van korund, maar de grondstof is anders, net als de precieze hoeveelheden materiaal en energie die gebruikt worden in de verschillende ketenstappen.

Grittal

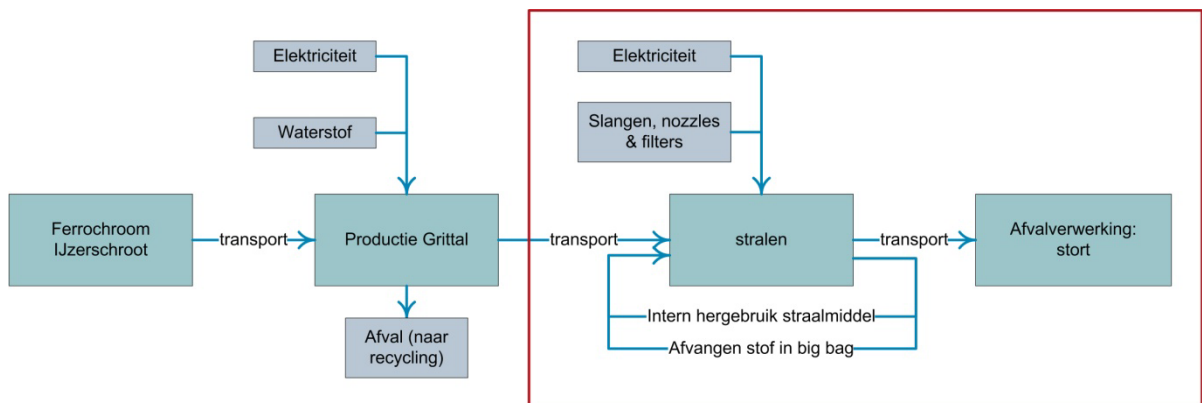
De keten van Grittal (Figuur 3) lijkt in grote lijnen op de ketens van granaatzand en korund, maar verschilt op een aantal belangrijke punten. Om te beginnen is de grondstof anders: Grittal is een chroom gietlegering. Voor de productie van Grittal is ferrochroom, ijzerschroot, elektriciteit en waterstof nodig. Omdat Grittal voor minstens 30% uit chroom bestaat, is het roestvrij, net als korund en granaatzand. Stralen met Grittal veroorzaakt veel minder stof dan stralen met een gangbaar straalmiddel, waardoor het zicht tijdens het werk beter is, en waardoor er minder energie nodig is voor afzuiging. Tenslotte kan Grittal vaker hergebruikt worden, waardoor er veel minder afval ontstaat. Verder is het verbruik van energie en hulpstoffen in de verschillende fases bij Grittal anders dan bij straalgrit en korund.



Figuur 1. Keten korund



Figuur 2. Keten granaatzand



Figuur 3. Keten Grittal

2.2 Milieuthema's

In deze ketenstudie zijn de volgende aspecten meegenomen:

Energieverbruik. Het energieverbruik over de gehele keten is in kaart gebracht. Hierbij gaat het zowel om de embedded energy in materialen, om het energieverbruik in de vorm van elektriciteit en gas als om het totale energieverbruik. Het energieverbruik is ook uitgesplitst naar ketenstap, zodat duidelijk te zien is welk deel van de besparingen op de inrichting zelf plaatsvindt, en welk deel daarbuiten.

Broeikasgasemissies (CO₂ en andere broeikasgassen). De broeikasgasemissies over de gehele keten zijn in kaart gebracht, uitgesplitst naar ketenstap.

Afval. De hoeveelheid afval die in elke ketenstap ontstaat, is in kaart gebracht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen gevaarlijk afval en regulier afval.

Arbo-aspecten. Arbo-aspecten zoals stof worden kwalitatief belicht.

Financiële aspecten. Op basis van de prijzen van de straalmiddelen, filters en de bijbehorende energiekosten is een inschatting gemaakt van de kosten van het gebruik van Grittal versus granaatzand en korund.

2.3 Achtergronddata

De milieueffecten van de grond- en hulpstoffen van de ketens van Grittal, korund en granaatzand zijn weergegeven in Bijlage 1. Bij de impacts zijn ook de gebruikte bronnen vermeld. In veel gevallen is voor de achtergronddata gebruik gemaakt van de Ecoinvent database. Daarnaast is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde ketenstudies, van informatie van de fabrikant/leverancier en van informatie van de eindgebruiker.

Door de inputs en outputs in elke keten te combineren met de milieu-effecten van die inputs en outputs, zijn de milieu-effecten van de ketens van Grittal, korund en granaatzand berekend. Daarnaast zijn ook de totale bedrijfskosten² van het gebruik van de diverse straalmiddelen uitgerekend. De resultaten worden weergegeven in het volgende hoofdstuk.

² Inkoop straalmiddel, energiekosten, kosten slangen, nozzles en filters, kosten afvalverwerking

3 Resultaten

3.1 Milieu

3.1.1 Productie straalmiddelen

Tabel 1 geeft een overzicht van de grond- en hulpstoffen die nodig zijn voor de productie van Grittal, korund en granaatzand. Daarbij is zowel rekening gehouden met de productie zelf, als met het transport van het product naar de gebruiker.

Tabel 1. Hoeveelheden grond- en hulpstoffen voor de productie van 1 kg Grittal, korund en granaatzand

	granaatzand (kg)	aluminium-oxide (kg)	ijzerschroot (kg)	Ferrochroom (kg)	waterstof (vloeibaar; kg)	vermalen (kg)	elektriciteit (Duitse mix; kWh)	transport oceaan (kgkm)	transport trein (kgkm)	transport vrachtwagen (kg-km)	Vermalen (kg)
Grittal			0,57	0,48	1,8E-05	1,0	0,18	5491		576	
korund		1,0						17800		700	1
granaatzand	1,0							13500	500	200	

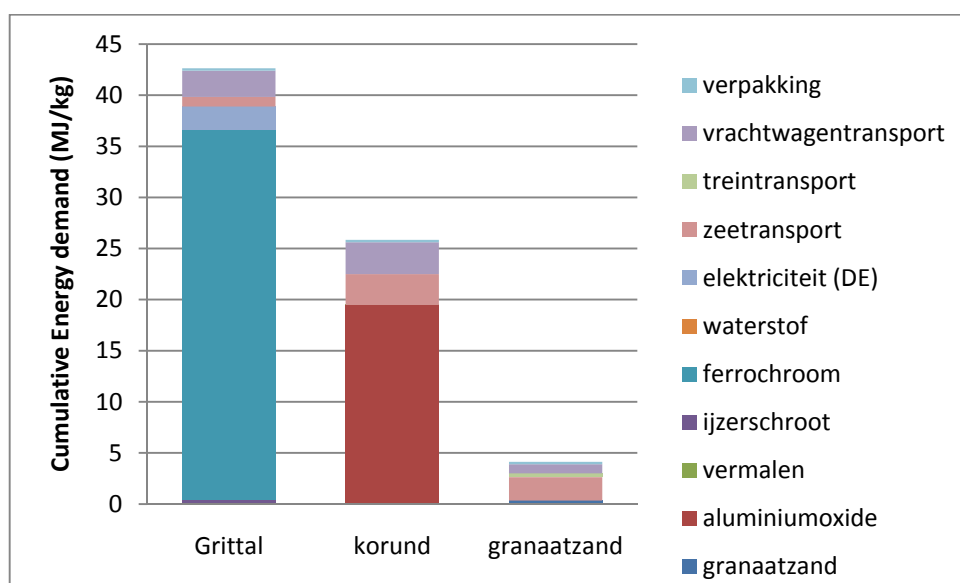
Ferrochroom, dat voor de productie van Grittal wordt gebruikt, wordt veelal in Zuid-Afrika geproduceerd. Daarom is uitgegaan van een transportafstand van 11369 km over zee (Kaapstad-Rotterdam³) maal 0,48 kg, dus 5491 kgkm. Verder is uitgegaan van 240 km van Rotterdam naar de productielocatie in Hattingen (Duitsland), 160 km van Hattingen naar de distributeur in Rijssen en 300 km van Rijssen naar de eindverbruiker, alle drie per vrachtwagen. Aluminiumoxide wordt veelal in Australië geproduceerd (500 km vrachtwagentransport in Australië, 17800 km zeetransport van Fremantle naar Rotterdam), terwijl granaatzand veelal in India wordt gewonnen (500 km treintransport in India, 13500 km zeetransport van Chennai naar Rotterdam). Voor alle straalmiddelen gaan we er van uit dat ze per 25 kg verpakt worden in een plastic verpakking (pvc) van 100 gram. Op basis van de getallen in Tabel 1 en de bijbehorende milieu-impacts (Bijlage 1) zijn de milieueffecten van de productie van 1 kilo Grittal, korund en granaatzand berekend. Een overzicht hiervan staat in Tabel 2. Voor de volledigheid zijn ook de inkooprijzen voor de eindgebruiker weergegeven in de tabel. In Figuur 4 is de opbouw van een van de milieu-impacts, Cumulative Energy Demand (CED)⁴, uitgesplitst. Hier is duidelijk te zien dat de grootste impact bij de productie van Grittal veroorzaakt wordt door het gebruik van ferrochroom, bij korund door aluminiumoxide en bij granaatzand door het zeetransport.

³ Voor de berekening van de afstanden is gebruik gemaakt van <http://www.portworld.com/map/>

⁴ Ook bekend als Gross Energy Requirement (GER-waarde)

Tabel 2. Effecten en kosten van de productie van 1 kg straalmiddel

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/kg)
Grittal	3,4	42,6	0,8	8,25
korund	1,6	25,9	0,8	0,8
granaatzand	0,3	4,1	0,0	0,3



Figuur 4. Cumulative Energy Demand per kilogram straalmiddel

Omdat de netto hoeveelheden die bij het gebruik nodig zijn verschillen, zijn voor een beter beeld ook het netto straalmiddelverbruik per uur⁵ en de bijbehorende effecten en kosten weergegeven (Tabel 3). Het verschil tussen Tabel 2 en Tabel 3 zit dus in de eenheid: de getallen in Tabel 2 zijn voor de productie van 1 kg straalmiddel, terwijl de getallen in Tabel 3 gaan over de productie van de hoeveelheid straalmiddel die nodig is om 1 uur te kunnen stralen. De kosten van Grittal zijn bijvoorbeeld 8,25 €/kg, terwijl korund ongeveer 0,80 €/kg kost (Tabel 2). Het netto verbruik van Grittal is 1,0 kg/uur stralen, waarmee de kosten voor de aanschaf van het straalmiddel komen op €8,25 per uur stralen. Het netto verbruik van korund is 30,2 kg per uur stralen, waarmee de kosten voor de aanschaf van het straalmiddel komen op € 24,20 per uur stralen. De verschillen tussen Tabel 2 en Tabel 3 worden dus veroorzaakt door de verschillen in het netto verbruik.

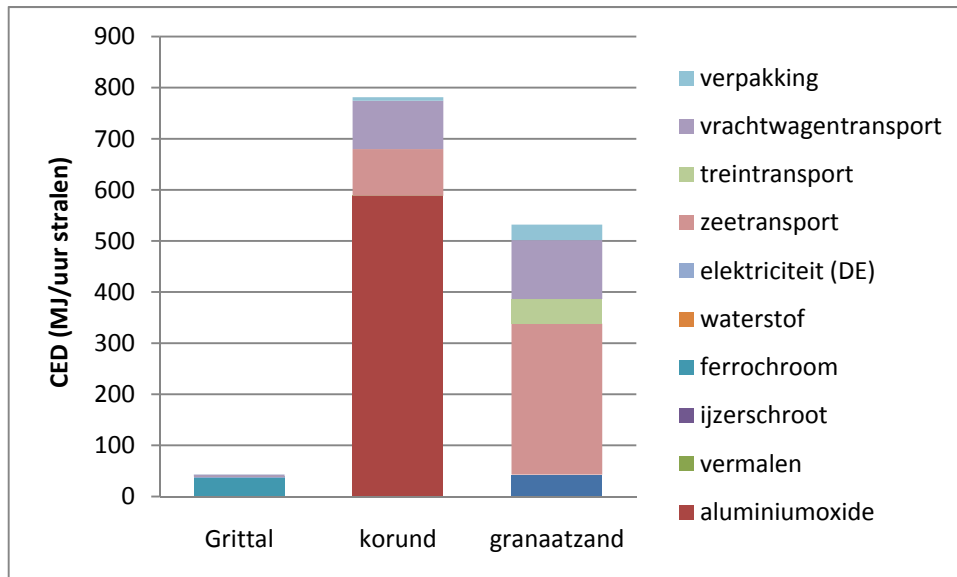
In Figuur 5 is de opbouw van de CED uitgesplitst naar de diverse inputs.

Tabel 3. Effecten en kosten netto verbruik straalmiddel per uur stralen

	Verbruik (kg)	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/kg)
Grittal	1,0	3,4	43,0	0,8	8,3

⁵ Zie Bijlage 3 voor een berekening van het netto verbruik per uur

korund	30,2	48,9	781,4	24,1	24,2
granaatzand	128,9	32,3	532,1	1,5	38,7



Figuur 5. Cumulative Energy Demand per uur stralen

3.1.2 Gebruik

Om te stralen is naast straalmiddel uiteraard elektriciteit nodig, voor het aandrijven van de compressor en voor de afzuiging van stof. Daarnaast zijn slangen, nozzles en filters nodig.

Bij het stralen met Grittal ontstaat minder stof dan bij stralen met korund of granaatzand. Daarom is er ook minder elektriciteit nodig voor het afzuigen van het stof. In een typische hal is bij stralen met Grittal 7,5 kW nodig voor afzuiging, terwijl dat bij korund en granaatzand 15 kW is⁶. Om het straalmiddel te kunnen verspuiten is een compressor nodig, die ongeveer 800W verbruikt⁷, ongeacht het type straalmiddel.

Slangen en nozzles hebben bij gebruik van Grittal een levensduur van ongeveer een jaar. Bij gebruik van korund en granaatzand hebben slangen een levensduur van ongeveer 4 maanden, en nozzles 6 maanden. Filters gaan minstens 5 jaar mee, en voor zover bekend hangt dat niet af van het type straalmiddel⁸.

De hoeveelheden elektriciteit, slangen, nozzles en filters die nodig zijn voor 1 uur stralen bij 5 bar met een nozzle van 12 mm zijn weergegeven in Tabel 4. Door deze hoeveelheden te vermenigvuldigen met de milieu-effecten en kosten in Bijlage 1, zijn de milieu-effecten en de directe kosten per uur stralen berekend (Tabel 5). Voor de Cumulative Energy Demand is dit weergegeven in Figuur 6.

⁶ Opgave Sybrandy BV

⁷ Het precieze verbruik hangt af van het type compressor, de druk, en de grootte van de nozzle. In dit geval is uitgegaan van een druk van 5 bar en een nozzle met 12 mm doorsnee; opgave Ingersoll Rand.

⁸ Praktijkervaring Stralerij Meulendijks

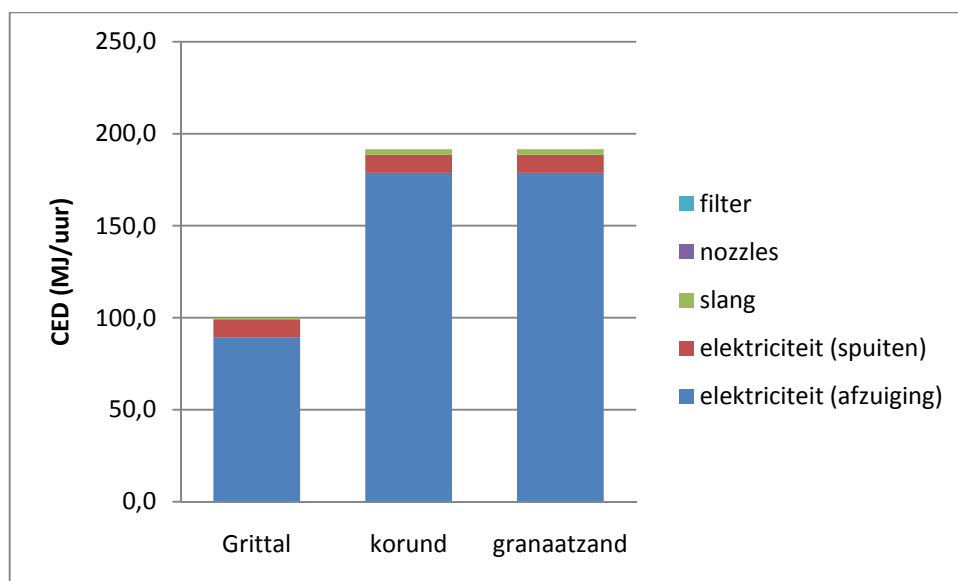
Het is duidelijk te zien dat het grootste deel wordt veroorzaakt door de elektriciteit die nodig is voor de afzuiging.

Tabel 4. Inputs gebruiksfase

Input	Eenheid	Grittal	korund	granaatzand
elektriciteit (afzuiging)	kWh	7,5	15	15
elektriciteit (spuiten)	kWh	0,82	0,82	0,82
slang	stuk (20 m)	0,0006	0,0017	0,0017
nozzles	stuk	0,0006	0,0011	0,0011
filter	stuk	0,0001	0,0001	0,0001

Tabel 5. Effecten en kosten per uur stralen (gebruiksfase)

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/eenheid)
Grittal	6,1	100,2	0,1	0,8
korund	11,7	191,5	0,2	1,7
granaatzand	11,7	191,5	0,2	1,7



Figuur 6. Cumulative Energy Demand per uur stralen (gebruiksfase)

3.1.3 Afval

Tijdens het stralen verwordt een deel van het straalmiddel tot stof. Dat stof wordt afgevangen, en verzameld in big bags. Als de big bag vol is, wordt hij getransport naar de afvalverwerking, om daar

gestort te worden⁹. Voor het storten van 1 ton straalgrit is 1,43 kg polypropyleen nodig (de big bag), en 60 MJ diesel (transport). De gemiddelde transportafstand naar de stortlocatie is 35 km¹⁰. In combinatie met de milieu-effecten hiervan (zie Bijlage 1), kan de milieu-impact van het storten van straalgrit worden berekend. In Tabel 6 is de milieu-impact van het storten van 1 kg straalgrit weergegeven. Dit is ongeacht het precieze type straalgrit.

Tabel 6. Effecten en kosten van storten straalgrit

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/kg)
storten straalgrit	0,0	0,3	1,0	0,1

3.1.4 Totaal

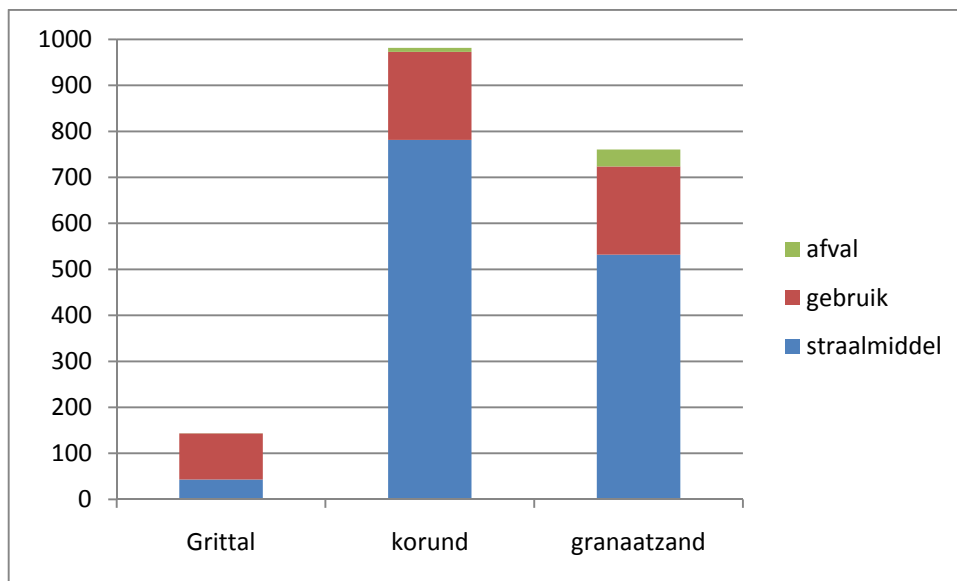
Op basis van de milieu-effecten in de grondstoffenfase, de gebruiksfase en de afvalfase is de totale milieu-impact berekend. Deze totale milieu-effecten van het gebruik van Grittal, korund en granaatzand per uur stralen zijn weergegeven in Tabel 7. Figuur 7 geeft de Cumulative Energy Demand (CED) per uur stralen weer, uitgesplitst naar straalmiddel, gebruik en afval. Hieruit blijkt duidelijk dat voor korund en granaatzand het straalmiddel zelf de grootste bijdrage levert aan de totale CED, terwijl het gebruik en de afvalfase een veel kleinere rol spelen. Voor Grittal levert het gebruik zelf de grootste bijdrage aan de totale CED.

Tabel 7. Effecten en kosten per uur stralen

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/eenheid)
Grittal	9,6	143,4	1,9	9,2
korund	61,0	981,6	54,5	28,9
granaatzand	45,8	760,6	130,6	53,2

⁹ In de Regeling niet-reinigbaar straalgrit (Bwd-id: BWBR0009203) wordt onderscheid gemaakt tussen reinigbaar en niet-reinigbaar straalgritafval. Vanwege de hoeveelheid kleine deeltjes (stof) is het afval dat ontstaat bij stralen met Grittal, korund en granaatzand niet-reinigbaar. Volgens de regeling moet dit afval gestort worden.

¹⁰ bron: Afval Overleg Orgaan, 2002



Figuur 7. Totale Cumulative Energy Demand per uur stralen

3.2 Arbo & financien

3.2.1 Arbo

Stralen met Grittal levert minder stof op dan stralen met korund of granaatzand. Dat zorgt voor een beter zicht in de straalcabine, waardoor degene die aan het stralen is goed kan zien of het hele oppervlak al gestraald is. Ook zorgt het voor aangenamere werkomstandigheden in de straalcabine. Bij stralen met traditionele straalmiddelen die veel stof veroorzaken, komt het vaak voor dat na het stralen blijkt dat een stukje van het oppervlak vergeten is, waardoor er opnieuw gestraald moet worden. Bij het gebruik van Grittal komt dit nauwelijks voor, wat arbeidstijd (en dus kosten) scheelt. Daarnaast betekent minder stof in de cabine over het algemeen ook minder stof buiten de cabine, waardoor het bedrijf dus schoner blijft.

3.2.2 Financieel

Grittal is in aanschaf duurder dan korund en granaatzand. Het gaat echter ook een stuk langer mee (ongeveer een factor 30 langer dan korund, gerekend over het netto verbruik). Er wordt veel minder stof geproduceerd, en dat heeft een aantal gevolgen:

- is er minder energie nodig voor het verwerken van het stof, en daardoor gaan de energiekosten met zo'n 50% omlaag.
- de big bags waarin het stof wordt opgevangen zijn een stuk minder snel vol, en dat verlaagt de kosten van afvalverwerking.
- er is beter zicht in de cabine, waardoor het nauwelijks meer voorkomt dat er stukjes oppervlak per ongeluk ongestraald blijven. Er hoeft dus zelden opnieuw gestraald te worden, wat arbeidstijd scheelt

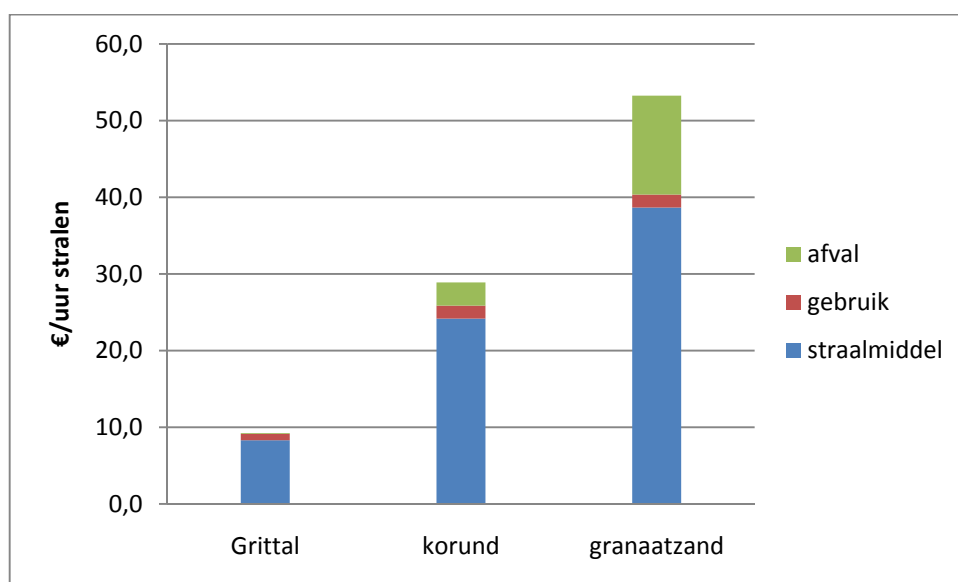
Tabel 8 en Figuur 8 geven een overzicht van de kosten van het gebruik van Grittal, korund en granaatzand (per uur stralen). Daaruit blijkt dat Grittal op alle onderdelen financieel voordeliger is dan

korund of granaatzand. De besparing bij gebruik van Grittal is 68% vergeleken met korund, en 83% vergeleken met granaatzand. Hierbij zijn de arbeidskosten (minder vaak ‘vergeten’ stukken die opnieuw gestraald moeten worden, en minder vaak big bags vervangen) niet meegerekend. De werkelijke besparing van Grittal vergeleken met korund en granaatzand ligt dus nog wat hoger.

Het opmerkelijke is dus dat Grittal –als we naar de totale gebruikskosten kijken– goedkoper is dan korund en granaatzand, terwijl de prijs per kg ongeveer tien keer zo hoog is als van korund en granaatzand. Dat heeft met twee dingen te maken. Ten eerste is er voor een uur stralen netto veel minder Grittal nodig dan korund of granaatzand (zie ook Tabel 3), waardoor de kosten lager zijn. Ten tweede levert stralen met Grittal veel minder afval op dan stralen met korund of straalmiddel, waardoor ook de kosten van de afvalverwerking flink lager zijn. Al met al is het gebruik van Grittal dus goedkoper dan het gebruik van korund en granaatzand.

Tabel 8. Totale gebruikskosten per uur stralen (in straalcabine)

	Grittal	Korund	granaatzand
Aanschafprijs	8,30	24,20	38,70
Energiekosten	0,60	1,20	1,20
Kosten slangen/nozzles	0,20	0,60	0,60
Kosten afvalverwerking	0,10	3,00	12,90
Totaal	€21	€29	€53



Figuur 8. Kosten per uur stralen

3.3 Besparingspotentieel

Naar schatting kan op jaarbasis zo'n 2000 ton korund en 100 ton granaatzand vervangen worden door Grittal. Omdat het netto verbruik per uur stralen anders is voor elk van de drie straalmiddelen, moet dit dus eerst worden omgerekend naar hoeveel uur stralen dit precies is, en hoeveel Grittal daarvoor nodig is (Tabel 9). Op basis van het aantal uur stralen kan vervolgens ook worden berekend wat het besparingspotentieel is in termen van CO₂, energie, afval en kosten, door het effect van x uur stralen met korund/granaatzand te vergelijken met het effecten van x uur stralen met Grittal. Dit is weergegeven in Tabel 10. Hieruit blijkt dat op jaarbasis ruim 3000 ton CO₂ bespaard kan worden, terwijl de branche tegelijkertijd meer dan een miljoen euro aan kosten uitspaart.

Tabel 9. Vervangingspotentieel

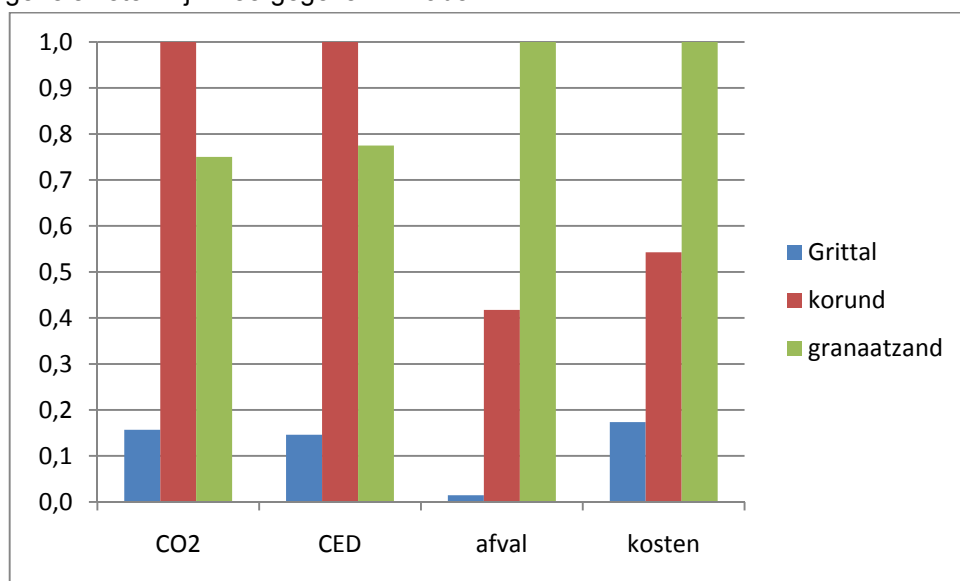
Straalmiddel	Vervangingspotentieel (kg)	Vervangingspotentieel (uur stralen)	Vervangingspotentieel (kg Grittal)
Korund	2.000.000	66.176	66.667
Granaatzand	100.000	776	782
Totaal		66.952	67.448

Tabel 10. Besparingspotentieel bij vervanging van korund en granaatzand door Grittal

	CO ₂ (ton)	CED (GJ)	afval (ton)	kosten (€)
Korund	3404	55.468	3482	1.300.323
Granaatzand	28	479	100	34.142
Totaal	3433	55.947	3582	1.334.465

4 Conclusies & aanbevelingen

Er is een ketenvergelijking uitgevoerd waarin de prestaties van Grittal, korund en granaatzand over de hele keten vergeleken worden op het gebied van Cumulative Energy Demand (CED), CO₂, afval en kosten. Uit deze vergelijking blijkt dat Grittal op alle indicatoren beter scoort dan korund en granaatzand, zoals ook te zien is aan de genormaliseerde scores in Figuur 9. De totale impacts voor de gehele keten zijn weergegeven in Tabel 11



Figuur 9. Genormaliseerde scores

Tabel 11. Effecten en kosten per uur stralen

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	kosten
Grittal	9,6	143,4	1,9	9,2
korund	61,0	981,6	54,5	28,9
granaatzand	45,8	760,6	130,6	53,2

Voor CO₂ en CED geldt voor korund en granaatzand dat het straalmiddel zelf de grootste bijdrage levert, terwijl de invloed van het gebruik en de afvalfase veel kleiner is. Bij Grittal vindt de grootste impacts op CO₂ en CED plaats in de gebruiksfase. Qua totaal afval geldt dat voor Grittal en korund ongeveer de helft van het afval ontstaat bij de productie van het straalmiddel, terwijl de andere helft ontstaat bij het storten van het straalmiddel. Voor granaatzand geldt echter dat het storten de belangrijkste bijdrage levert aan het totale afval. Voor de kosten geldt voor alle straalmiddelen dat de inkoop van het straalmiddel zelf de grootste bijdrage levert, terwijl de invloed van het gebruik en de afvalfase veel kleiner is.

Een van de belangrijke verschillen tussen Grittal enerzijds en korund en granaatzand anderzijds, is dat er voor de productie van Grittal veel ferrochroom gebruikt wordt. Gezien de groeiende aandacht voor de uitputting van metaalreserves, verdient het de aanbeveling om te kijken of het straalstof van Grittal (wat immers voor een groot deel bestaat uit ferrochroom) gerecycled zou kunnen worden.

Referenties

Afval Overleg Orgaan, 2002

Milieu-effectrapport Landelijk Afvalbeheerplan; Achtergronddocument A23, Uitwerking 'Straalgrit'

PE, 2007

Life Cycle Inventory (LCI) update of primary Ferrochrome production

PE International, 2007, Echterdingen, Germany

EcoInvent 2.0

EcoInvent 2.0 database <http://www.ecoinvent.org/home/>

Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Switzerland

Bijlagen

Bijlage 1: Milieu-effecten en kosten inputs en outputs

Bijlage 2: Milieu-effecten en levensduur slangen, nozzles en filters

Bijlage 3: Netto verbruik straalmiddelen

Bijlage 1: Milieu-effecten en kosten inputs en outputs

Tabel 12 geeft een overzicht van de milieu-effecten van de inputs en outputs van de ketens van stralen met Grittal, korund en granaatzand. Tenzij anders vermeld is gebruik gemaakt van de Ecolnvent database. Tabel 13 geeft de kosten van straalmiddelen, hulpmiddelen en afvalverwerking weer.

Tabel 12. Milieu-effecten van keten-inputs

Materiaal	Unit	CO ₂ -eq kg CO ₂ eq	CED MJ eq	Finaal afval kg
Aluminium oxide, at plant/RER U	kg	1,2E+00	1,9E+01	7,8E-01
Aluminium, primary, at plant/RER U	kg	1,2E+01	1,9E+02	1,9E+00
Boron carbide, at plant/GLO U	kg	1,4E+01	1,9E+02	1,1E+00
Calcium carbide, technical grade, at plant/RER U	kg	3,0E+00	6,8E+01	1,1E-01
Hydrogen, cracking, APME, at plant/RER U	kg	1,7E+00	7,3E+01	1,0E-02
Iron scrap, at plant/RER U	kg	4,2E-02	7,3E-01	1,8E-02
Polyvinylchloride, at regional storage/RER U	kg	2,0E+00	6,1E+01	4,8E-02
Silica sand, at plant/DE U	kg	2,1E-02	3,3E-01	9,2E-04
Silicon carbide, at plant/RER U	kg	7,2E+00	1,7E+02	5,8E-01
Synthetic rubber, at plant/RER U	kg	2,6E+00	9,1E+01	1,5E-01
Electricity, low voltage, at grid/DE U	kWh	7,2E-01	1,3E+01	9,1E-03
Electricity, low voltage, at grid/NL U	kWh	7,3E-01	1,2E+01	6,6E-03
Transport, barge/RER U	tonkm	4,6E-02	6,6E-01	9,6E-04
Transport, coal freight, rail/CN U	tonkm	4,4E-02	5,9E-01	6,6E-03
Transport, freight, rail/RER U	tonkm	3,9E-02	7,5E-01	5,6E-03
Transport, lorry >32t, EURO3/RER U	tonkm	1,2E-01	2,0E+00	1,4E-02
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	tonkm	2,6E-01	4,5E+00	2,7E-02
Transport, transoceanic freight ship/OCE U	tonkm	1,1E-02	1,7E-01	1,1E-04
Recycling steel and iron/RER U	kg	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Crushing, rock/RER S	kg	1,2E-05	2,3E-04	1,5E-06
Disposal, aluminium, 0% water, to municipal incineration/CH S	kg	3,4E-02	7,2E-01	1,6E+00
Disposal, rubber, unspecified, 0% water, to municipal incineration/CH S	kg	2,0E+00	-1,7E+01	6,6E-02
Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH S	kg	1,4E+00	-2,0E+00	1,5E-01
Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to	kg	5,0E-01	4,4E-01	2,2E-01

municipal incineration/CH S				
Polypropylene, granulate, at plant/RER U	tonkm	2,0E+00	7,5E+01	1,9E-02
Transport, lorry 16-32t, EURO4/RER U	tonkm	1,7E-01	2,8E+00	1,6E-02
Diesel, burned in building machine/GLO U	MJ	9,2E-02	1,4E+00	8,5E-04
Ferrochrome ¹¹	Kg	6,2E+00	7,5E+01	1,7E+00

Tabel 13. Kosten van straalmiddelen, hulpmiddelen en afvalverwerking

	Prijs	Bron
Grittal	8,25 €/kg	Magistor
Korund	0,80 €/kg	Magistor
Granaatzand	0,30 €/kg	Magistor
Slangen (20 m)	160 €	Stralerij Meulendijks
Nozzle	225 €	Stralerij Meulendijks
Elektriciteit	0,0733 €/kWh	www.energiecentrum.nl
Afvalverwerking	100€/ton	Schatting, incl belasting

¹¹ Op basis van PE, 2007

Bijlage 2: Milieu-effecten en levensduur slangen, nozzles en filters

Bij het stralen worden naast straalmiddel en elektriciteit ook slangen, nozzles en filters gebruikt, en de effecten daarvan moeten meegenomen worden in de ketenstudie.

Tabel 14 geeft een overzicht van het materiaalgebruik voor slangen, nozzles en filters. Op basis van het materiaalverbruik en milieu-effecten van die materialen (zie Bijlage 1) zijn de milieu-effecten van slangen, nozzles en filters uitgerekend (zie Tabel 15). De kostprijs van slangen, nozzles en filters is gebaseerd op een opgave van de eindgebruiker¹².

Tabel 16 geeft een overzicht van de levensduur van slangen, nozzles en filters bij het gebruik van Grittal, korund en granaatzand. Daarbij is er van uitgegaan dat een levensduur van 1 jaar neerkomt op 1750 bedrijfsuren (7 uur per dag, 5 dagen per week, 50 weken per jaar).

Tabel 14. Materiaalgebruik slangen, nozzles en filters

	rubber (kg)	Tetraborium-carbide (kg)	aluminium behuizing (kg)	polyester (kg)
slang (per meter)	1,145			
slang (totaal, 20 m)	22,9			
nozzle		0,127	0,127	
filter				0,2

Tabel 15. Milieu-effecten en kostprijs van slangen, nozzles en filters

	CO ₂ (kg)	CED (MJ)	afval (kg)	prijs (€/eenheid)
slang (per meter)	6,6	105,4	1,4	8
slang (totaal, 20 m)	132,5	2108,1	28,0	160
nozzle	3,4	49,1	0,9	225
filter	0,9	12,3	0,2	

Tabel 16. Levensduur slangen, nozzles en filters

	Grittal	korund	granaatzand
slangen	1 jaar (1750 uur)	4 maanden (583 uur)	4 maanden (583 uur)
nozzles	1 jaar (1750 uur)	6 maanden (875 uur)	6 maanden (875 uur)
filter	5 jaar (8750 uur)	5 jaar (8750 uur)	5 jaar (8750 uur)

¹² Frits Meulendijks, Stralerij Meulendijks

Bijlage 3: Netto verbruik straalmiddelen

Grittal, korund en granaatzand zijn straalmiddelen die meerdere malen gebruikt kunnen worden. Het aantal malen dat een straalmiddel herbruikt kan worden, heeft uiteraard gevolgen voor de milieubelasting en de kosten. Daarom is het van belang om niet zozeer te kijken naar de effecten per kilo straalmiddel, maar juist ook naar het netto verbruik van het straalmiddel als er in de stralerij een uur gestraald wordt. Naast het feit dat de straalmiddelen een verschillend aantal doorgangen kunnen maken, is het ook van belang om rekening te houden met de dichtheid van het straalmiddel. Met een tankvolume van 200 liter kan ongeveer 45 minuten gestraald worden, maar omdat de dichtheid van de straalmiddelen verschilt, verschilt ook het aantal kilogrammen straalmiddel wat in die tijd gebruikt wordt. Het netto verbruik van korund en granaatzand kan als volgt berekend worden:

$$\text{Netto verbruik per uur} = \frac{\text{tankvolume}}{\text{straaltijd}} * \frac{\text{dichtheid}}{\text{aantal doorgangen}}$$

Tabel 17 geeft een overzicht van de dichtheid, het aantal doorgangen en het bijbehorend nettoverbruik van de diverse straalmiddelen.

Voor Grittal geldt in de praktijk dat het nettoverbruik minstens 30 keer zo klein is als het nettoverbruik van korund.¹³

Tabel 17. Dichtheid, aantal doorgangen en nettoverbruik van de straalmiddelen

	dichtheid (kg/dm3)	Aantal doorgangen	nettoverbruik (kg/uur)
Grittal	4,1	2200	1,0
korund	1,7	15	30,2
granaatzand	2,9	6	128,9

¹³ Op basis van het aantal doorgangen zou uit de berekeningen nog een lager nettoverbruik komen, maar omdat er altijd sprake is van uitsleepverlies en afzuigverlies, wordt in deze studie op basis van praktijkervaring uitgegaan van een factor 30.

