



# Italiaans restafval verbranden in Nederland

Milieukundige analyse



*Committed to the Environment*

# Italiaans restafval verbranden in Nederland

Milieukundige analyse

Delft, CE Delft, maart 2022

Publicatienummer: 22.210408.045

Restafval / Verbranding / Stort / Klimaat / Vergelijking

Deze notitie is opgesteld door: Jan van de Pol en Marijn Bijleveld

## **CE Delft**

Committed to the Environment

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



## Samenvatting

Afvalverwerker AEB Amsterdam (AEB) is van plan om Italiaans restafval naar Nederland te brengen om hier te verbranden. In Italië zou dat afval gestort worden, omdat daar te weinig verbrandingscapaciteit is. CE Delft heeft gekeken naar het milieukundig verschil tussen stort in Italië of verbranding met energierugwinning in Amsterdam. AEB heeft verschillende transportroutes op het oog en elke route kan worden afgelegd per vrachtwagen of met een combinatie van vrachtwagen- en treinvervoer.

CE Delft heeft de analyse gedaan met behulp van levenscyclusanalyse. Dit is een methode waarin de milieu-impact in kaart wordt gebracht, in dit geval van afdanking van het afval tot eindverwerking. We rapporteren resultaten voor het milieueffect 'klimaatimpact'<sup>1</sup> en een gewogen milieuscore waarin een groot aantal milieueffecten<sup>2</sup> zijn inbegrepen.

De samenstelling van het afval is van grote invloed op de resultaten. Verbranden van sommige materialen en producten leidt tot relatief hoge CO<sub>2</sub>-emissies, zoals kunststoffen, luiers en synthetisch textiel. Op de stortplaats ontbinden sommige materialen waarbij het sterke broeikasgas methaan vrijkomt. Het gaat om papier en karton en gft. Hout (ook een organische stroom) breekt anders af en zorgt niet voor een grote methaanvorming. In de analyse houden we er rekening mee dat op stortplaatsen het methaan deels wordt afgevangen en wordt afgefakkeld tot CO<sub>2</sub> of wordt ingezet als brandstof (waarbij ook CO<sub>2</sub> vrijkomt).

### Belangrijkste conclusie

Belangrijkste conclusie is dat stort tot hogere klimaatimpact en een hogere gewogen milieuscore leidt dan verbranding. Dit resultaat geldt voor alle onderzochte transportsenario's. Dat is op basis van de samenstelling van Italiaans restafval gerapporteerd in door het Italiaanse 'Institute for Environmental Protection and Research', ISPRA. Volgens die bron zit er 57% papier, karton en gft in het restafval. Het verbranden van papier, karton en gft is veel gunstiger dan storten. De impact van verbranding van fossiele grondstof zorgt voor een impact, maar die is niet zo hoog als die van stort. Er zijn gevoeligheden in de analyse, maar geen van de onzekerheden verandert de conclusie.

---

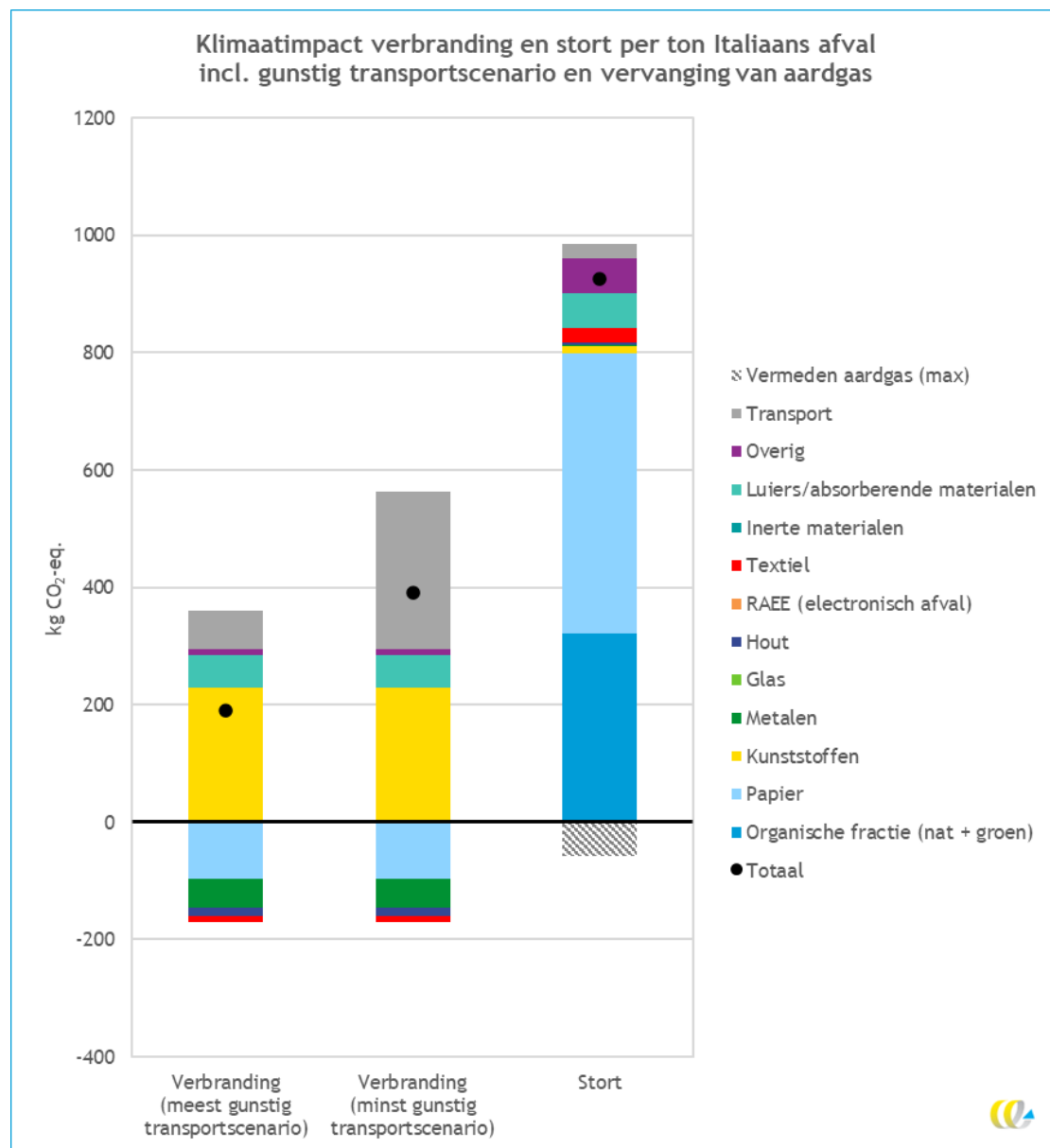
<sup>1</sup> Klimaatimpact is een milieueffect dat wordt veroorzaakt door broeikasgassen en dat bijdraagt aan de opwarming van de aarde. Klimaatimpact wordt uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten.

<sup>2</sup> Inbegrepen milieueffecten zijn onder andere ozonlaagdepletie, fijnstofproductie, toxiciteit en verzuring.



Verbranding is niet op alle milieueffecten het meest gunstig. We zien hogere resultaten bij toxische effecten en ozongerelateerde effecten. Dit komt met name door het verbranden van fossiele brandstoffen (transport) en grondstoffen in de verbrandingsoven. Maar in de gewogen milieuscore, waarin de daadwerkelijke schade door de diverse milieueffecten is opgenomen, is klimaatimpact dominant en zijn de hiervoor genoemde milieueffecten minder relevant.

Figuur 1 - Klimaatimpact verbranding en stort per ton Italiaans afval, uitgesplitst per materiaalstroom en gunstig transportsценario



## Gevoeligheden

Gevoeligheden in de analyse zijn:

- **Andere samenstelling**

Wat als in Italië minder gft, papier en karton in het restafval komt te zitten? Als er meer wordt gerecycled bijvoorbeeld? Vergeleken met het meest gunstige transportsce­nario zou er dan drie keer minder gft, papier en karton in het restafval moeten zitten, op basis van de gewogen milieuscore. Er zou drie keer zoveel kunststof in het Italiaanse restafval moeten zitten voordat de gewogen milieuscore van verbranding hoger uitvalt dan stort.

- **Hogere afvang van vrijgekomen methaan**

In Italië wordt nu wordt gemiddeld 44% methaan afgevangen. Bij het meest gunstige transportsce­nario voor verbranding zou er 84% methaan moeten worden afgevangen (klimaatimpact en gewogen milieuscore), voordat stort een lagere impact heeft dan verbranding.

## Aanbevelingen

We raden AEB aan om het meest gunstige (korte) transportsce­nario te gaan gebruiken van­wege de onzekerheden en omdat transport een doorslaggevende factor is voor meerdere milieu-impactcategor­ieën. AEB kan de impact in Amsterdam verder verlagen door kunst­stoffen na te scheiden en te recyc­len.

# 1 Inleiding

Afvalverwerker AEB Amsterdam (AEB) is van plan om Italiaans restafval naar Nederland te vervoeren om hier thermisch te verwerken met energierugwinning. In Italië is een ondercapaciteit aan afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) waardoor veel restafval wordt gestort. AEB overweegt enkele transportroutes en (combinaties van) transportmiddelen en heeft CE Delft gevraagd om een milieukundige vergelijking te maken tussen stort in Italië en verbranding in Nederland met diverse transportsenario's.

In dit rapport tonen we de resultaten en trekken we conclusies, voorafgegaan door een uitleg van de analyse en de gebruikte bronnen.

## 2 Aanpak

### 2.1 Scope

De milieuresultaten worden bepaald door middel van 'levenscyclusanalyse' (LCA). Hierbij worden gegevens zoals materiaaltipe, hoeveelheid afval en transportafstand gekoppeld aan milieukundige gegevens over verbranding, stort en transport, en vervolgens geanalyseerd met milieukundige analysemethoden. De milieukundige achtergrondgegevens komen uit de milieukundige database 'Ecoinvent'. Dit is de grootste beschikbare Europese milieukundige database met generieke milieukundige gegevens over (onder andere) afvalverwerking. Deze database wordt wereldwijd veel gebruikt als de standaarddatabase voor LCA's en staat CE Delft ter beschikking via de LCA-software SimaPro. De Ecoinvent-database wordt ten minste één keer per jaar geactualiseerd.

Het onderwerp van analyse is één ton gemiddeld Italiaans restafval.

Het onderzoek omvat de verwerking van afval - verbranding met energierugwinning in een AVI of stort - en het benodigde transport daarvoor. Het gaat om transport van de afvalinzamelaar naar de afvalverwerker. Verwerking van afval omvat zowel milieu-impact als vermeden milieu-impact. Vermeden impact komt voort uit:

- Opgewekte energie bij verbranding in de AVI. Dit vermijdt conventionele elektriciteit van het Nederlandse net en warmte opgewekt met aardgas.
- Uit de bodemassen in de AVI worden metalen teruggewonnen. Dit vermijdt primaire metalen.
- Afgevangen methaan van de stort kan worden gebruikt om fossiel aardgas te vervangen.

Bij verbranding in de AVI van AEB zijn verschillende mogelijkheden voor transport vanuit Italië, hiervoor vergelijken we enkele scenario's.

### 2.2 Gegevens en aannames

#### Samenstelling afval

Voor de samenstelling van het afval wordt de gemiddelde Italiaanse verdeling van huishoudelijk afval van 2009-2019 aangehouden zoals gepubliceerd door ISPRA (Rapporto Rifiuti Urbani, 2020). In Tabel 1 staat de samenstelling van het Italiaanse afval zoals aangenomen in dit rapport. Om eventuele veranderingen in afvalscheiding mee te kunnen nemen, wordt in de gevoeligheidsanalyse gevarieerd in het aandeel van materiaalstromen met een grote invloed op de milieu-impact.

Tabel 1 - Samenstelling Italiaans afval

Fractie in restafval	Aandeel in Italiaans restafval
Organische fractie (nat + groen)	35%
Papier	22%
Kunststoffen	13%
Metalen	2%
Glas	8%
Hout	3%
AEEA (afgedankte elektrische en elektronische apparatuur)	1%
Textiel	4%
Inerte materialen	1%
Luiers/absorberende materialen	5%
Overig	7%

Bron: ISPRA (2020).

Om de analyse te kunnen doen, zijn aanvullende aannames gedaan over de materiaal-samenstelling:

- Voor AEEA is aangenomen dat de samenstelling de helft plastic en de helft metaal is. Een gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd waarbij de samenstelling wordt gevarieerd.
- Voor de categorie ‘Overig’ is gemiddeld restafval uit de Ecoinvent-database geselecteerd.
- Voor luiers en absorberende materialen is gebruik gemaakt van de samenstelling die is gebruikt in een eerder onderzoek van CE Delft (2018), een mix van of PP, PE, PET, absorberende vezels en overig afval.

## Gegevens stort en verbranding

Voor het bepalen van de milieu-impacts van verbranding en stort van de diverse materiaaltypen, worden milieukundige datasets uit de Ecoinvent-database gebruikt. Daarbij doen we een aanpassing aan de datasets voor stort. De algemene aanname van de Ecoinvent-database is dat 53% van het methaan wordt afgevangen. Uit het NIR-rapport van de EEA (European Environmental Agency, 2021) blijkt dat in Italië 44% wordt afgevangen in 2019, de ratio affakkelen en energieopwekking is niet bekend. Wij passen de Ecoinvent-data daarom aan met een methaanafvang van 44%. Daarnaast gaan we ervan uit dat alle afgevangen methaan wordt gebruikt om aardgas te vervangen.

Vermeden impact door teruggewonnen energie bij verbranding zit nog niet in de dataset voor verbranding. Deze voegen we dus zelf toe op basis van gegevens over conventionele elektriciteitsproductie en warmteproductie in Nederland. De hoeveelheid teruggewonnen energie wordt berekend op basis van de verbrandingswaarde (lower heating value; LHV) van de afvalstromen en het rendement van de AVI om afval om te zetten naar elektriciteit en warmte. Op basis van aangeleverde cijfers van 2018 is voor AEB is de gemiddelde thermische efficiëntie berekend op 8% en de elektrische efficiëntie op 20,1%. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de efficiëntie per maand fluctueert.

## Transport

Voor het transport naar AEB wordt gerekend met twee scenario's waarbij de langste en kortste route wordt meegenomen. Bij de scenario's wordt zowel een transportvariant met alleen vervoer per truck en een variant met deels transport per trein meegenomen. Wanneer in het verslag wordt verwezen naar het meest gunstige transportsценario, wordt de korte route van vrachtwagen en trein bedoeld. Als minst gunstige scenario wordt de



langste route met alleen transport met vrachtwagen gerekend. Voor transport naar de stort in Italië wordt door gebrek aan preciezere gegevens gerekend met een afstand van 150 km. Dit is een gemiddelde van inschattingen tussen de ontdoenerlocaties en enkele stortlocaties in Noord-Italië. De transportafstanden zijn te vinden in Tabel 2.

Tabel 2 - Transportscenario's voor transport tussen verzameling en verwerking van afval

	Stort	Vrachtwagen, kortste route	Vrachtwagen, langste route	Vrachtwagen en trein, kortste route	Vrachtwagen en trein, langste route
Km vrachtwagen	150	1071	1643	139	408
Km trein		0	0	1.115	1.052

## 2.3 Analysemethode

In de vergelijking van de afvalverwerkingsopties wordt naar de klimaatimpact (CO<sub>2</sub>-eq.) gekeken en naar andere milieueffecten. Voor de berekeningen maken we gebruik van de analysemethode 'ReCiPe'. Om een inzicht te krijgen in de afweging tussen verschillende milieueffecten, wordt ook een gewogen milieuscore berekend. In de gewogen milieuscore worden de verschillende milieueffecten gewogen om inzicht te krijgen in relevantie van de verschillende milieueffecten in dit project. De ReCiPe-methode is de enige analysemethode die een gedegen methodiek biedt voor het wegen van milieu-impactcategorieën. Er bestaat een andere analysemethode, genaamd 'Product Environmental Footprint' (PEF), door de Europese Commissie opgezet en met sterke overlap met de ReCiPe-methode. Deze PEF-methode biedt echter een methodisch inferieure gewogen score in vergelijking met ReCiPe. Om die reden werken we in dit project met ReCiPe.

## 2.4 Beperkingen en gevoeligheidsanalyse

Een aantal aannames heeft een hogere onzekerheid. Aannames met een hoge onzekerheid worden hier benoemd en wanneer mogelijk, wordt een onzekerheidsanalyse beschreven om het effect van de aanname op de resultaten te bepalen:

- De precieze samenstelling van het Italiaanse afval dat naar AEB wordt getransporteerd is niet bekend. Een afwijking van de aangenomen verhoudingen kan ertoe leiden dat de afweging tussen de twee verwerkingsopties anders uitvalt. In een gevoeligheidsanalyse wordt verkend wat de invloed van veranderende samenstelling is.
- De samenstelling van de stroom AEEA is in de modellering gebaseerd op een aanname. De invloed hiervan wordt geëvalueerd in de gevoeligheidsanalyse.
- Van de vermeden emissies van de terugwinning van metalen uit bodemas is alleen de CO<sub>2</sub>-waarde beschikbaar. Bij andere milieueffecten komt milieuvoordeel door terugwinning dus niet tot uiting. Aangezien metalen een relatief kleine stroom is, levert dit een kleine fout op in de resultaten, maar deze heeft geen invloed op de conclusies.
- De vermeden klimaatimpact van de vervanging van aardgas door methaan is gebaseerd op de aanname dat alle methaan die wordt afgevangen, aardgas vervangt. Doordat dit biogas biogeen CO<sub>2</sub> bevat en bij de verbranding van aardgas fossiel CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten, wordt er dus gerekend met een klimaatwinst als methaan wordt afgevangen. Hierbij wordt gerekend met de maximale klimaatwinst. In een gevoeligheidsanalyse bepalen we het effect op de resultaten van een hogere methaanafvang. Dit is op dit moment nog niet aan de orde, maar plaatst het effect van de mate van methaanafvang wel in een perspectief.



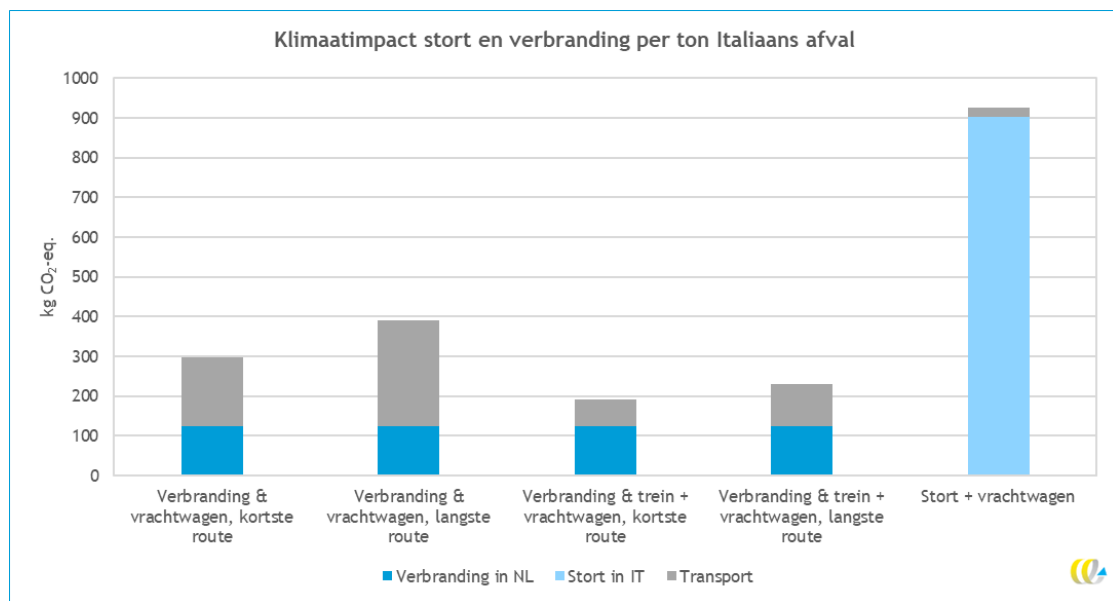
### 3 Resultaten

We presenteren hier eerst een vergelijking van de klimaatimpact en daarna van alle relevante milieueffecten. De vergelijking op basis van alle milieueffecten is uiteindelijk het meest relevant.

#### 3.1 Klimaatimpact

Figuur 2 toont de resultaten voor de vergelijking van stort met verbranding in Nederland (diverse transportscenario's) voor het milieueffect 'klimaatimpact'. Elk scenario is uitgesplitst tussen de impact van het benodigde transport en de impact van de afvalverwerking zelf.

Figuur 2 - Klimaatimpact van stort en verbranding per ton Italiaans afval met verschillende transportscenario's



In Figuur 2 is te zien dat de klimaatimpact van stort hoger is dan van verbranding, ongeacht de transportroute en het transportmiddel. Bij verbranding zien we grote verschillen tussen de bijdrage van transport aan de totale klimaatimpact. Als voor transport alleen een vrachtwagen gebruikt wordt, dan is de bijdrage van transport groter dan de impact van verbranding zelf.

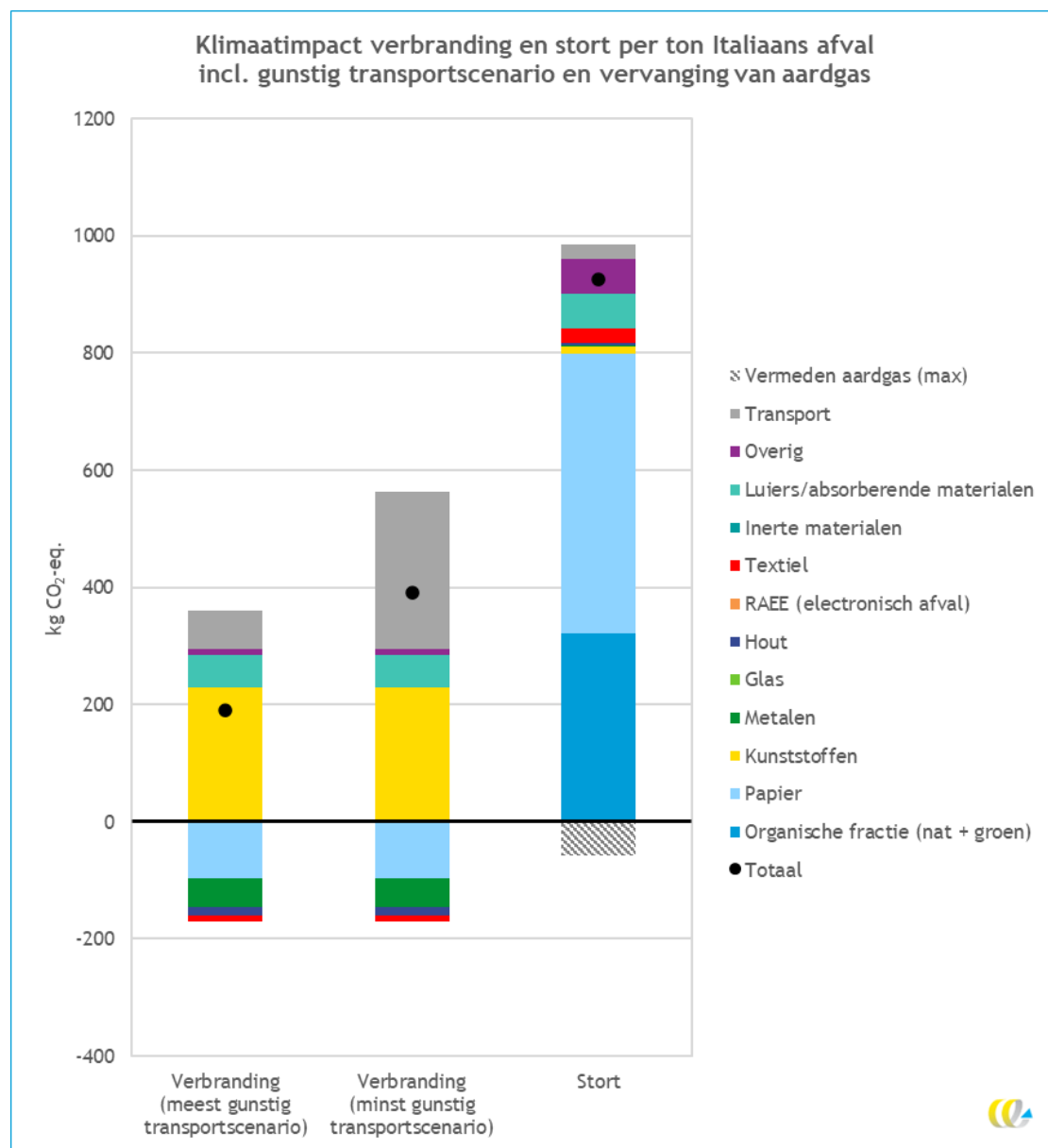
Figuur 3 toont een uitsplitsing van resultaten per type materiaal in het restafval. Bij verbranding is de klimaatimpact van het meest gunstige transportscenario meegenomen. Ook onderscheidt Figuur 3 impact van verbranding (boven de nullijn) en klimaatwinst (onder de nullijn). Het zwarte puntje geeft het nettoresultaat weer. Klimaatwinst komt voort uit terugwinning van metalen uit bodemas en uit energiewinning, dat conventionele energiebronnen vermijdt.

Kijkend naar Figuur 3 valt op dat met name de verbranding van kunststoffen bijdraagt aan de klimaatimpact. Bij papier, hout en textiel zien we een nettoklimaatwinst: de impact van verbranding is lager dan de winst door opgewekte energie uit deze stromen. Bij het aandeel metalen komt de klimaatwinst door de terugwinning van metalen uit bodemas, wat primair materiaal vermijdt.



Aan de klimaatimpact van stort dragen met name papier en de organische fracties bij. Dit is het gevolg van de productie van methaan bij de anaerobe afbraakprocessen. Het aandeel organische stoffen en papier is gezamenlijk meer dan de helft van de totale samenstelling Italiaans afval, wat er voor zorgt dat de bijdrage nog groter is.

Figuur 3 - Klimaatimpact verbranding en stort per ton Italiaans afval, uitgesplitst per materiaalstroom en gunstig transportsценario



## 3.2 Bredere analyse: meer milieu-impactcategorieën

Doordat de verschillende impactcategorieën geen gelijke eenheid hebben, zijn de resultaten tussen de impactcategorieën in deze vergelijking niet direct vergelijkbaar. In Tabel 3 wordt per effectcategorie aangegeven of de impact van verbranding hoger (+) of lager (-) is dan de impact van stort. Als van het meest gunstige transportsценario wordt uitgegaan, heeft verbranding op zeven van de achttien impactcategorieën een lagere impact dan stort. Als we de impactcategorieën groeperen<sup>3</sup> dan is dit het geval bij zes van de dertien impactcategorieën. Stort heeft dus een lagere impact op meer dan de helft van de impactcategorieën. De mate waarin daadwerkelijk schade optreedt, verschilt echter per impactcategorie. Niet elke effectcategorie is daarom van even grote waarde. In Paragraaf 3.3 worden de impactcategorieën in verhouding geplaatst op basis van daadwerkelijke schade aan menselijke gezondheid en ecosystemen.

Bij het minst gunstige transportsценario zorgt verbranding bij vijf van de achttien categorieën voor een lagere milieu-impact. Wanneer gelijksoortige categorieën weer worden gegroepeerd, is dit het geval bij vier van de dertien categorieën. We zien hier dus dat transport een relevante invloed heeft op het resultaat voor meerdere impactcategorieën.

Tabel 3 - Milieu-impact van verbranding met meest en minst gunstige transportsценario per impactcategorie ten opzichte van de impact van stort

Impactcategorie	Meest gunstige transportsценario verbranding	Minst gunstige transportsценario verbranding
Global warming	-	-
Stratospheric ozone depletion	+	+
Ionizing radiation	-	+
Ozone formation, Human health	+	+
Fine particulate matter formation	-	+
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	+	+
Terrestrial acidification	-	+
Freshwater eutrophication	-	-
Marine eutrophication	-	-
Terrestrial ecotoxicity	+	+
Freshwater ecotoxicity	+	+
Marine ecotoxicity	+	+
Human carcinogenic toxicity	+	+
Human non-carcinogenic toxicity	+	+
Land use	-	-
Mineral resource scarcity	+	+
Fossil resource scarcity	-	-
Water consumption	+	+

- : verbranding is lager dan stort.

+ : verbranding is hoger dan stort.

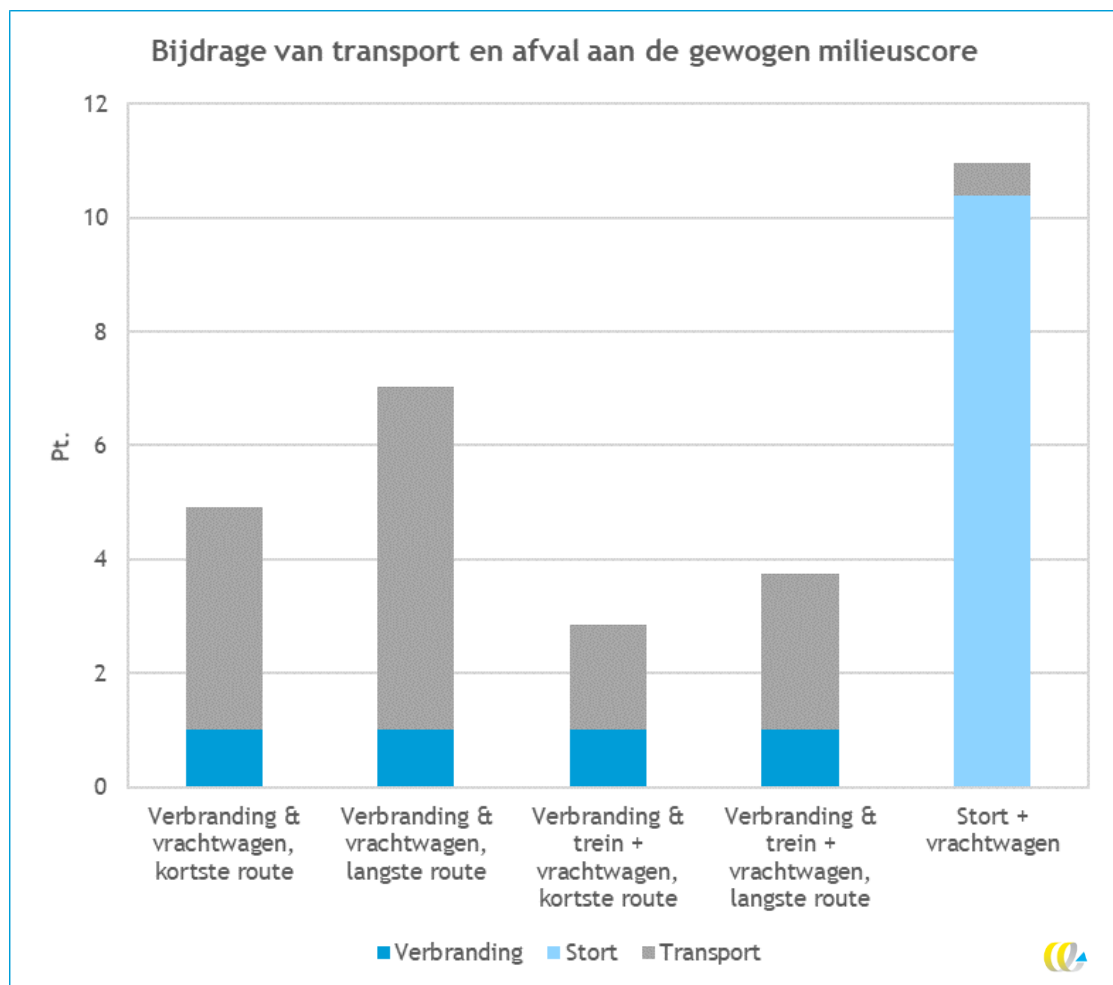
<sup>3</sup> Samengenomen: twee keer ozone formation, twee keer eutrophication, drie keer ecotoxicity, twee keer human toxicity.

### 3.3 Gewogen milieuscore

De gewogen milieuscore is een indicator waarbij de eerdergenoemde milieueffecten worden gewogen. Er is gebruik gemaakt van de methode 'ReCiPe single score'. De gewogen milieuscore wordt gerapporteerd in punten (Pt.). Een hoger aantal punten betekent een grotere impact op de natuurlijke omgeving, humane gezondheid en grondstofuitputting.

Figuur 4 toont de bijdrage van verschillende transportscenario's en verwerkingsmethoden aan de gewogen milieuscore. Zoals te zien is in Figuur 4, is de bijdrage van transport aan de gewogen milieuscore van verbranding groot. De gewogen milieuscore is meer dan tien keer hoger wanneer transport buiten beschouwing wordt gelaten. Inclusief transport is de gewogen milieuscore van stort tussen de anderhalf en vier keer hoger dan van verbranding.

Figuur 4 - Bijdrage van transport en verwerking aan de gewogen milieuscore per ton afval

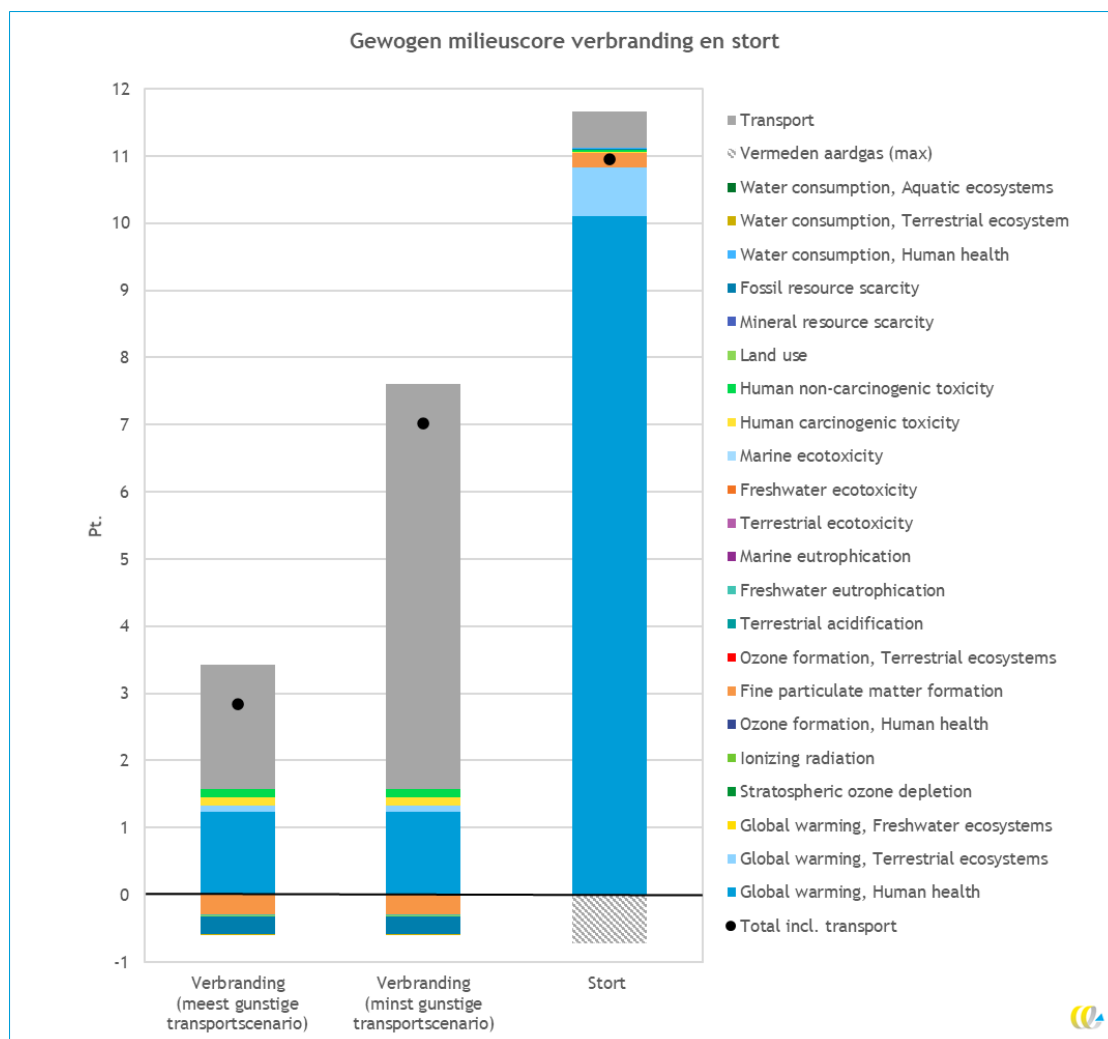


Figuur 5 toont de bijdrage van de verschillende impactcategorieën aan de gewogen milieuscore. Bij beide scenario's van verwerking heeft klimaatimpact het grootste aandeel in de gewogen milieuscore. Dat betekent dat klimaatimpact de meeste daadwerkelijke schade oplevert aan mens en milieu. Gezien de hoge klimaatimpact heeft stort ook in de gewogen milieuscore een groter milieueffect. Bij verbranding draagt ook humane toxiciteit bij aan de gewogen milieuscore. De vermeden fijnstofproductie en het vermeden gebruik van fossiele

grondstoffen door de opwekking van energie zorgen voor een verlaging van de gewogen milieuscore.

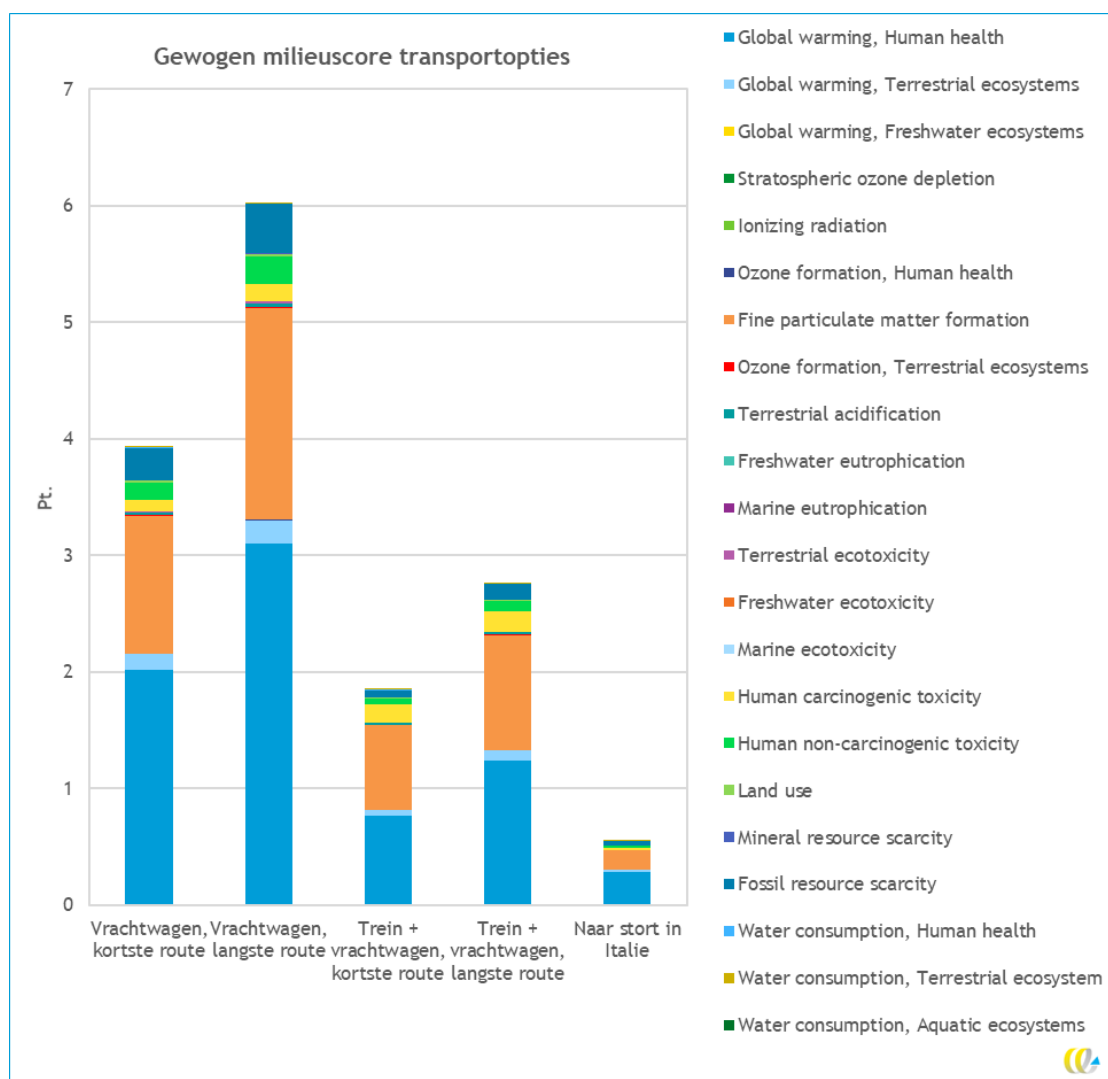
Kunststoffen en luiers dragen voornamelijk bij aan de gewogen milieuscore van verbranding, met name door hun hoge klimaatimpact. Papier en metalen zorgen voor de grootste vermindering van de gewogen milieuscore van verbranding door vermeden energieproductie en bodemsterugwinning.

**Figuur 5 - Bijdrage van de verschillende impactcategorieën aan de gewogen milieuscore van 1 ton verbrand of gestort afval**



Figuur 6 toont de bijdrage van verschillende impactcategorieën aan de gewogen milieuscore. De milieu-impact wordt met name veroorzaakt door de hoge bijdrage van klimaatimpact en fijnstof. Door deze bijdrage van fijnstof heeft transport in vergelijking met de klimaatimpact een groter aandeel bij de gewogen milieuscore.

Figuur 6 - Bijdrage van de verschillende impactcategorieën aan de gewogen milieuscore transportopties per ton afval

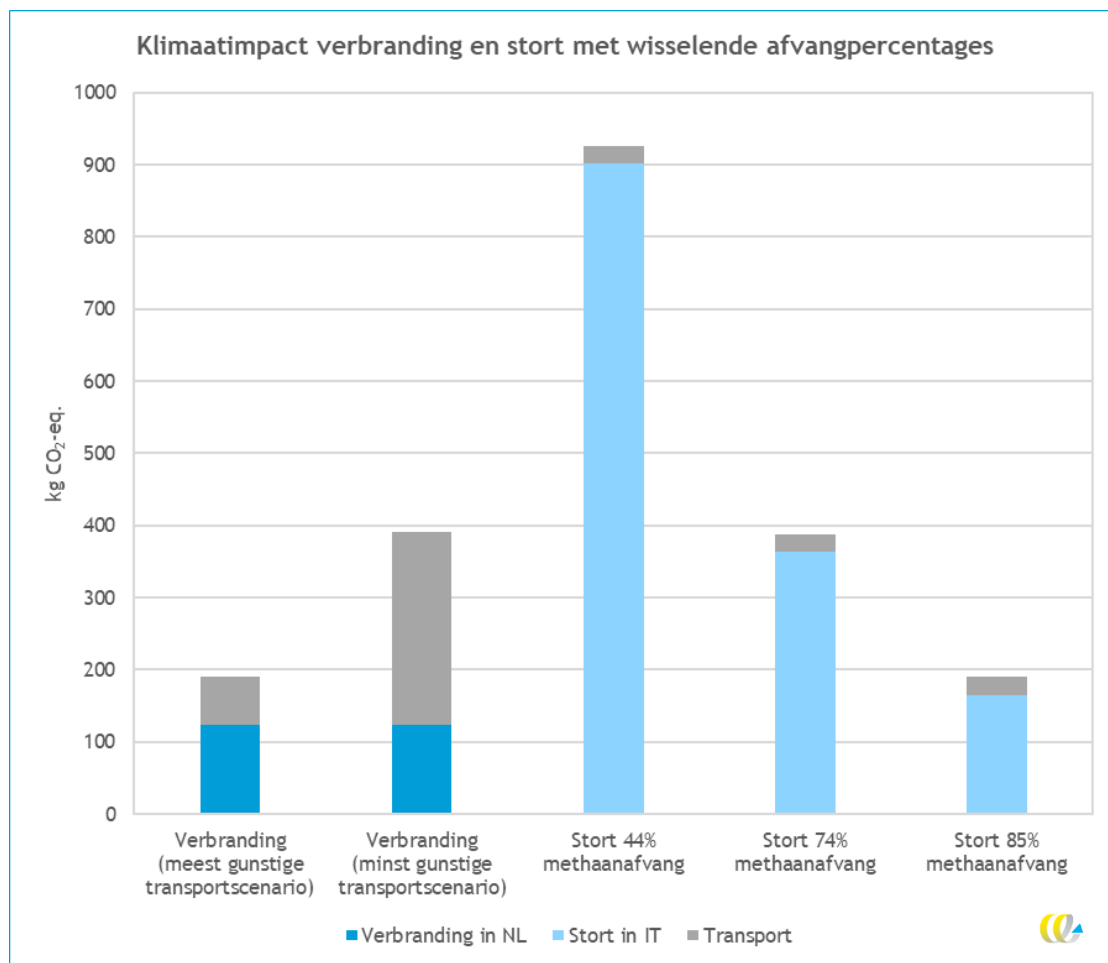


### 3.4 Gevoeligheidsanalyse

#### Methaanafvang

De invloed van het percentage methaanafvang op het resultaat voor klimaatimpact en op de gewogen milieuscore is groot. Ook in deze gevoeligheidsanalyse wordt ervan uitgegaan dat het afgevangen methaan volledig wordt gebruikt om aardgas te vervangen. De klimaatimpact van stort komt echter pas onder die van verbranding (met het minst gunstige transportsценario) bij 74% methaanafvang. Bij 85% methaanafvang ligt dit omslagpunt bij het gunstigste transportsценario. Dit is flink hoger dan de standaardaanname van 44%. In Figuur 7 is het effect van methaanafvang op de klimaatimpact gevisualiseerd. Bij de gewogen milieuscore liggen de omslagpunten bij 63% methaanafvang voor een ongunstig transportsценario en 84% methaanafvang bij het gunstigste transportsценario, vanwege de grotere bijdrage van transport aan de gewogen milieuscore. In de praktijk zullen zulke hoge percentages methaanafvang niet gehaald worden.

Figuur 7 - Sensitiviteit klimaatimpact voor methaanafvang



## Samenstelling van het afval

De resultaten zijn ook gevoelig voor de samenstelling van het Italiaans afval, doordat de fracties papier en organisch veel bijdragen aan de klimaatimpact en de gewogen milieuscore. We hebben gekeken wanneer stort gunstiger is dan verbranding, door het aandeel van papier en organisch in de totale afvalstroom te verlagen, en de overige fracties naar rato te vermeerderen. In Tabel 4 staan de kantelpunten.

Het kantelpunt waarbij de klimaatimpact van stort in Italië kleiner is dan verbranding in Amsterdam ligt bij het meest gunstige transportsenario op vijf keer minder. Dat betekent dat stort pas een lagere klimaatimpact heeft dan verbranding wanneer er vijf keer minder papier en organische fractie in het restafval zit (ofwel 80% minder). Bij het minst gunstige transportsenario ligt het kantelpunt bij tweeënhalf keer minder organisch en papier (-58%).

Voor de gewogen milieuscore ligt het omslagpunt op drie keer minder (-66%) papier en organische fractie bij het meest gunstige transportsenario. Bij het minst gunstige transportsenario ligt het kantelpunt op anderhalf keer minder (-32%).



Tabel 4 - Kantelpunten in wijziging van het aandeel organische fractie en papier waarbij de impact van stort en verbranding gelijk is

	Klimaatimpact		Gewogen milieuscore		Oorspronkelijk aandeel materiaalstroom
	Meest gunstige transport-scenario	Minst gunstige transport-scenario	Meest gunstige transport-scenario	Minst gunstige transport-scenario	
Wijziging aandeel papier en organisch	5x minder -80%	2,5x minder -58%	3x minder -66%	1,5x minder -32%	
Aandeel organisch materiaal in afvalstroom	7%	15%	12%	24%	35%
Aandeel papier in afvalstroom	4%	9%	7%	15%	22%

Om bij een wijziging van het aandeel kunststoffen tot gelijke kantelpunten te komen, is er een vermeerdering van het aandeel kunststoffen nodig. In Tabel 5 is de vermeerdering van het aandeel kunststoffen te vinden, waarbij de klimaatimpact of gewogen milieuscore van verbranding gelijk is aan stort. Ook is hier het aandeel van de kunststoffenstroom in de gehele afvalstroom te zien.

Tabel 5 - Kantelpunten in wijziging van het aandeel kunststoffen waarbij de impact van stort en verbranding gelijk is

	Klimaatimpact		Gewogen milieuscore		Oorspronkelijk aandeel materiaalstroom
	Meest gunstige transport-scenario	Minst gunstige transport-scenario	Meest gunstige transport-scenario	Minst gunstige transport-scenario	
Wijziging aandeel kunststoffen	3x zoveel +207%	2,5x zoveel +150%	3x zoveel; +196%	2x zoveel +95%	
Aandeel kunststoffen in afvalstroom	39%	32%	37%	25%	13%

De samenstelling van de afvalstroom met AEEA heeft een zeer beperkte invloed op het milieueffect en beïnvloedt de conclusie over de relatieve impact van stort versus verbranding niet.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Stort heeft een grotere milieu-impact dan verbranding voor het milieueffect ‘klimaat-impact’ en voor de gewogen milieuscore. Dit is ongeacht het gekozen transportsce- nario. De samenstelling van het afval heeft een grote invloed op de resultaten. Stort van papier, karton en gft heeft een grote klimaatimpact door de methaanproductie bij de afbraak. In het Italiaanse afval bestaat 57% van de totale afvalstroom uit deze stromen. Ook bij verbranding is er een klimaatimpact. Deze is echter veel minder dan de impact van stort. Daarnaast zijn er materiaalstromen met een negatieve impact, door de opwekking van energie en terugwinning van metalen uit bodemassen.

Voor andere milieueffecten is verbranding niet altijd het meest gunstig. Bijvoorbeeld bij toxische en ozongereleerde effecten is de impact van verbranding hoger. Dit wordt veroorzaakt door de verbranding van de afvalstoffen, maar ook door de grotere transportafstanden. In de gewogen milieuscore wordt klimaatimpact het zwaarst meegewogen, waardoor de grotere impact van deze milieueffecten minder relevant is.

Als er veel minder papier, karton en organische stoffen in het restafval zitten, zou de impact van stort minder zijn dan van verbranding. Voor de gewogen milieuscore zou drie keer minder papier en organisch materiaal in het restafval ertoe leiden dat de gewogen milieuscore van stort lager is dan die van verbranding bij het meest gunstige transportscenario. Een drie keer hoger aandeel kunststoffen zou er ook toe kunnen leiden dat de impact van verbranding hoger is dan van stort. Het is dus aan te raden om bij daadwerkelijke import een sorteeranalyse uit te voeren om preciezer inzicht in de samenstelling van het Italiaanse restafval te krijgen.

Een verbeterde methaanafvang op de stortplaats verlaagt de klimaatimpact en gewogen milieuscore van stort. Momenteel ligt de methaanafvang op 44%. Bij een afvang van 84% zou in het meest gunstige transportscenario de impact van verbranding hoger zijn dan van stort. Dit is echter meer dan wat nu momenteel binnen de EU maximaal wordt behaald, namelijk 59% (European Environmental Agency, 2021).

We raden AEB aan om het meest gunstige (korte) transportscenario te gaan gebruiken vanwege de onzekerheden en omdat transport een doorslaggevende factor is voor meerdere milieu-impactcategorieën.

In de praktijk zijn er meer verwerkingsopties voor het Italiaanse afval dan stort in Italië of verbranding in Amsterdam. Naast het vergroten van de capaciteit voor verbranding met energierterugwinning in Italië, zijn er voor enkele materiaalstromen betere alternatieven dan verbranding of stort, zoals recyclen. Bij verbranding zorgen de kunststoffen voor een grote bijdrage aan de klimaatimpact. Nascheiding van kunststoffen uit het restafval zal klimaatimpact van verbranding met energierterugwinning aanzienlijk verlagen. Het streven zou dan ook moeten zijn om zo veel mogelijk recycling toe te passen.

## 5 Bibliografie

- CE Delft. (2018). *LCA afvalverwerking luiermateriaal*. Opgehaald van [https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE\\_Delft\\_2M03\\_LCA\\_afvalverwerking\\_luiermateriaal\\_Def.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_2M03_LCA_afvalverwerking_luiermateriaal_Def.pdf)
- Environment Agency. (2008). *An updated lifecycle assessment study for disposable and reusable nappies*. Opgehaald van <https://www.gov.uk/government/publications/an-updated-lifecycle-assessment-for-disposable-and-reusable-nappies>
- European Environmental Agency. (2021). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2019 and inventory report 2021*. Opgehaald van <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory-2021>
- ISPRA. (2020). *Rapporto Rifiuti Urbani*. Opgehaald van <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2020>

