

Vermeden CO₂ uitstoot door e-waste verwerking in 2020

Voor stichting OPEN



Fact-based sustainability

Datum: 14 juni 2021

Versie: 1.0

Projectnummer: 1432

In opdracht van: Stichting OPEN
Hanneke Raaijmakers

Uitgevoerd door: PRé Sustainability B.V.
Laura Schumacher
Laura Golsteijn

Over PRé

PRé loopt al dertig jaar voorop in het levenscyclusdenken en bouwt voortdurend voort op haar kennis en ervaring op het gebied van duurzaamheidsmetrieken en impact assessments om daarmee state-of-the-art methoden, adviesdiensten en softwaretools te bieden. Internationale en toonaangevende organisaties werken met PRé om duurzaamheid te integreren in hun productontwikkelingsprocedures om bedrijfsgroei en bedrijfswaarde te creëren. PRé heeft een vestiging in Nederland en een wereldwijd partnernetwerk ter ondersteuning van grote internationale of multi-client projecten.

Neem contact op met PRé

Heeft u een duurzaamheidsuitdaging voor ons? We bespreken het graag samen.

PRé Sustainability B.V.

Stationsplein 121

3818 LE Amersfoort

The Netherlands

T +31 33 455 50 22

E consultancy@pre-sustainability.com

W pre-sustainability.com

PRé Sustainability is een handelsmerk van © PRé Sustainability B.V., Amersfoort. Alle rechten voorbehouden. Alle handelsmerken worden erkend. PRé Sustainability B.V. is volledig en particulier eigendom van het management en is geregistreerd bij de Kamer van Koophandel (Amersfoort) onder nummer 32099599.

Inhoudsopgave

1	Introductie	5
2	Methode	6
2.1	Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling	7
2.2	Vermeden broeikasgassen door verwijderen (H)CFK's	7
2.3	Vermeden broeikasgassen door energierterugwinning	7
2.4	Omrekenen broeikasgassen naar CO ₂ -eq	8
3	Resultaten.....	9
3.1	Resultaten 2020	9
3.1.1	Ingezamelde hoeveelheid	9
3.1.2	Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling	9
3.1.3	Vermeden broeikasgassen door verwijdering (H)CFK's	11
3.1.4	Vermeden broeikasgassen door energierterugwinning	11
3.2	Vergelijking met voorgaande jaren	12
4	Conclusies en aanbevelingen.....	13
4.1	Conclusies	13
4.2	Limitaties	15
4.3	Overige plannen	16
5	Bronnenlijst	17

Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AEEA	Afgedankte elektrische en elektronische apparatuur <i>Hetzelfde als e-waste</i>
CO ₂	Koolstofdioxide
CO ₂ -eq	Koolstofdioxide-equivalenten <i>Een indicator om het effect van verschillende broeikasgassen op gelijke wijze te kwantificeren</i>
CRT	Cathode Ray Tube schermen
E-waste	Elektronisch en elektrisch afval <i>Hetzelfde als AEEA</i>
FPD	Flat Panel Display
GWG	Groot witgoed
GWP	Global Warming Potential <i>Potentiële bijdrage aan het versterkte broeikaseffect</i>
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KEI	Klein elektrisch en ICT apparatuur
KV	Koel-vriesapparaten
LAMP	Energiezuinige lampen
Stichting OPEN	Stichting Organisatie Producentenverantwoordelijkheid E-waste Nederland

1 Introductie

Elektronisch en elektrisch afval (e-waste) bestaat uit weggegooid, defecte en verouderde elektronische en elektrische apparaten met een stekker of (oplaadbare batterij). TI-buizen, spaar- en ledlampen worden hier ook bij gerekend. Deze afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA). kan worden onderverdeeld in verschillende categorieën volgens WF-Reptool [1]:

- Groot witgoed (GWG): hieronder vallen grote huishoudelijke apparaten zoals wasmachines en drogers, met uitzondering van koel- en vriesapparatuur
- Koel- en vriesapparatuur (KV): dit zijn warmte-uitwisselende apparaten zoals koelkasten, vriezers, airco's, wasdrogers met warmtepomp en losse warmtepompen.
- Cathode Ray Tube (CRT) schermen: beeldschermen (computer- of tv-schermen) met een iets bollere voorkant
- Flat Panel Display (FPD): computerschermen of tv's met een platte voorkant. Hieronder vallen plasma-schermen, LCD en LED
- Klein elektrisch en ICT apparatuur (KEI): bijvoorbeeld elektrisch gereedschap, radio's, speakers, computermuizen en toetsenborden
- Energiezuinige lampen (LAMP): dit zijn tl-buizen, spaar- en ledlampen. Gloeilampen vallen niet onder e-waste, maar onder (huishoudelijk) restafval.

In Nederland heeft non-profit organisatie Wecycle een landelijk dekkend inzamelnetwerk waar consumenten en professionals gratis e-waste kunnen inleveren. Dit wordt vervolgens gesorteerd en verwerkt. Er zijn verschillende manieren van afvalverwerking mogelijk. In de circulaire strategieën, heeft recycling de voorkeur boven energierecuperatie [2]. Andere verwerkingsmethodes zoals storten en verbranding zonder energierecuperatie staan het laagst op de lijst van gewenste strategieën.

Recycling van e-waste vermindert de productie van nieuwe grondstoffen. E-waste bevat veel verschillende materialen waarvan een groot aantal hergebruikt kunnen worden. Door deze bruikbare materialen te scheiden en apart te recyclen, wordt de nieuwe productie van deze materialen voor een deel vermeden.

Het is van belang om de winning en productie van nieuwe materialen te vermijden, omdat het geld en energie kost om grondstoffen uit de natuur te halen. Met een stijgende vraag naar materialen en een afnemende hoeveelheid grondstoffen in de natuur, wordt recycling van materialen steeds belangrijker.

Naast het vermijden van productie van nieuwe materialen, wordt door e-waste apart te verwerken nog een ander milieuprobleem voorkomen. Door e-waste apart te verwerken, wordt voorkomen dat schadelijke stoffen in het milieu terecht komen. Schadelijke stoffen zijn bijvoorbeeld asbest, fluorescentiepoeders en chloorfluorkool(water)stoffen ((H)CFK's). In deze studie wordt alleen gekeken naar de verwijdering van (H)CFK's. Deze zitten in koelkasten en vriezers 'en tasten de ozonlaag aan waardoor schadelijke UVB-straling minder wordt tegengehouden en de aarde bereikt. Deze UVB-straling kan o.a. staar veroorzaken, DNA beschadigen (wat kan leiden tot huidkanker), en plantengroei verminderen. Niet alleen tasten (H)CFK's de ozonlaag aan, het zijn ook broeikasgassen. Dit betekent dat ze het broeikaseffect versterken en de warmte van de aarde meer wordt vastgehouden waardoor de temperatuur op aarde hoger wordt. Dit heeft allerlei gevolgen voor ecosystemen en de menselijke gezondheid. Door de (H)CFK's op een goede manier uit de koelkasten en vriezers te halen, wordt voorkomen

dat ze in het milieu belanden. Het verwijderen van (H)CFK's uit koel- en vriesapparatuur wordt gedaan in twee stappen, eerst worden de (H)CFK's uit het koelmiddel (in de compressor die de gassen samenperst) gehaald en vervolgens uit het isolatieschuim.

Het verwerken van e-waste leidt dus enerzijds tot minder broeikasgassen door het op de juiste manier verwerken van (H)CFK's en anderzijds door het vermijden van nieuwe grondstofwinning. De hoeveelheid broeikasgassen die wordt vermeden, kan worden berekend.

Sinds 2009, heeft PRé deze vermeden broeikasgassen berekend. Door het monitoren van de vermeden koolstofdioxide (CO₂) uitstoot kunnen trends in de milieuwinst worden ontdekt. In dit rapport wordt de berekening voor het jaar 2020 beschreven en vergeleken met de resultaten van voorgaande jaren.

Een deel van de e-waste dat niet gerecycled kan worden, wordt verbrand. Bij deze verbranding, komt energie vrij die wordt teruggewonnen in de vorm van warmte en elektriciteit. De op deze manier verkregen elektriciteit en warmte, kan gebruikt worden om elektriciteit en warmte van het net te vervangen. Zo worden de productie van elektriciteit en warmte en de daarmee gepaard gaande broeikasgasemissies vermeden. Dit rapport bevat ook de vermeden broeikasgasemissies als gevolg van het terugwinnen van energie bij verbranding. 2020 is het eerste jaar waarvoor dit is berekend, waardoor er hierbij geen vergelijking met voorgaande jaren gemaakt kan worden.

De hoofdstukken in dit rapport zijn opgedeeld in de drie verwerkingsprocessen die broeikasgasemissies vermijden zoals hierboven beschreven:

- Materiaalrecycling
- Verwijderen van (H)CFK's
- Energieterugwinning bij verbranding

Het is belangrijk op te merken dat de resultaten die in dit rapport worden gepresenteerd voortkomen uit een screening LCA zonder externe validatie. De resultaten zijn uniek voor de data van de geselecteerde recyclingbedrijven en de aannames die in deze studie zijn gemaakt. De resultaten zijn niet bedoeld voor vergelijkingen met andere landen of recyclingbedrijven. Dit rapport vervangt alle voorafgaande rapporten.

2 Methode

In dit hoofdstuk staat beschreven hoe de berekening van vermeden broeikasgassen wordt gedaan. De hoeveelheid vermeden broeikasgas wordt uitgedrukt in CO₂ equivalenten (CO₂-eq).

Als eerste, wordt data over de ingezamelde e-waste aangeleverd door stichting OPEN. Zij verzamelden deze data met WF-RepTool¹. Dit is een database applicatie ontwikkeld door een organisatie van e-waste verwerkers, met als doel transparante en vergelijkbare resultaten te verkrijgen. De aangeleverde data bestaat uit de hoeveelheid e-waste verzameld, de hoeveelheid gerecycled, de hoeveelheid teruggewonnen (H)CFK's en de hoeveelheid afval die wordt verbrandt

¹ <https://www.wf-reptool.org/index.php/home>

met energie terugwinning. De data wordt verzameld voor de zes e-waste categorieën genoemd in de introductie.

2.1 Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling

Op basis van de hoeveelheid gerecycled materiaal, wordt bepaald hoeveel broeikasgas daardoor wordt vermeden. Als 1 kg aluminium wordt gerecycled, vermijdt dit bijvoorbeeld de productie van 1 kg nieuw aluminium. De broeikasgassen die normaal gesproken vrijkomen bij de productie van 1 kg nieuw aluminium, worden daardoor vermeden. Data over deze hoeveelheid broeikasgassen bij de productie van nieuwe materialen komen uit een van de meest complete levenscyclus inventarisatie databases, ecoinvent².

Voor de input en output van de recyclingprocessen is gebruik gemaakt van data aangeleverd in voorgaande jaren door recyclers. Om de input en output te vertalen in broeikasgassen is ook hier gebruik gemaakt van ecoinvent.

Om de data vergelijkbaar te houden met voorgaande jaren, is ervoor gekozen om dezelfde recyclingprocessen en datasets van ecoinvent te gebruiken. Het is echter belangrijk om op te merken dat deze data wat verouderd kan zijn. In de limitaties (Hoofdstuk 4) wordt hier verder op ingegaan.

2.2 Vermeden broeikasgassen door verwijderen (H)CFK's

De vermeden broeikasgasemissies door het veilig verwijderen van (H)CFK's uit koel- en vriesapparaten, wordt bepaald aan de hand van de bijdrage die een (H)CFK kan leveren aan het versterkte broeikaseffect als het in de atmosfeer belandt. Deze potentiële bijdrage aan het versterkte broeikaseffect, wordt aangeduid met het *Global warming potential (GWP)*.

2.3 Vermeden broeikasgassen door energierugwinning

Om te kunnen berekenen hoeveel de energierugwinning bij verbranding van e-waste oplevert, wordt gebruik gemaakt van verbrandingsprocessen uit ecoinvent. Deze verbrandingsprocessen bevatten informatie over de hoeveelheid thermische (warmte) en elektrische energie die kan worden teruggewonnen bij de verbranding van 1 kg niet gerecyclede delen van het afval. Waar mogelijk is een categorie-specifiek verbrandingsproces gekozen, zoals cathode ray tube display verbranding of LCD schermen. In overige gevallen is er gewerkt met een gemiddeld verbrandingsproces voor overblijfselen na handmatige demontage.

Bijvoorbeeld: Bij de verbranding van 1 kg van de Cathode Ray Tube schermen, komt bijvoorbeeld 4.09 MJ elektriciteit en 9.75 MJ warmte vrij. De hoeveelheid teruggewonnen energie, bepaalt hoeveel elektriciteit en warmte minder hoeft te worden geproduceerd als deze nuttig wordt ingezet. De broeikasgassen die vrijkomen bij deze productie van elektriciteit en warmte wordt dus vermeden. Ook de hoeveelheden van deze broeikasgassen bij productie komen uit ecoinvent.

² <https://simapro.com/databases/ecoinvent/>

2.4 Omrekenen broeikasgassen naar CO₂-eq

Zoals eerder genoemd, wordt de hoeveelheid vermeden broeikasgas uitgedrukt in CO₂ equivalenten (CO₂-eq). Dit is gedaan om broeikasgassen met verschillende levensduren en verschillende impact op het broeikas effect met elkaar te kunnen vergelijken. Om de broeikasgassen uit te drukken in CO₂-eq wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde impact assessment methode, de recentst gepubliceerde IPCC methode (2013 (100a)³). IPCC staat voor Intergovernmental Panel on Climate Change en is een organisatie van de Verenigde Naties om de wetenschap gerelateerd aan klimaatverandering te beoordelen. De IPCC heeft een methode ontwikkeld waarin van verschillende broeikasgassen wordt bepaald hoe ze over een tijdsspanne van 100 jaar bijdragen aan klimaatverandering. Deze informatie wordt gebruikt om de vermeden emissies van broeikasgassen van het verwerken van e-waste om te rekenen naar CO₂-eq.

De GWP's gebruikt in deze studie om (H)CFK om te zetten in CO₂-eq zijn gegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Global Warming Potential (GWP) over 100 jaar tijdsbestek uitgedrukt in kg CO₂-eq per kg koudemiddel (IPCC 2013)

Koudemiddel	GWP*
R11 (Freon)	4 700
R12	10 200
R13	13 900
R22	1 800
R114	8 600
R125	3 200
R134a	1 300
R141b	780
Cyclopentaan	0
Isopentaan	0
Propaan/ butaan	0

* Voor de leesbaarheid van dit rapport zijn de getallen afgerond

³ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf

3 Resultaten

3.1 Resultaten 2020

3.1.1 Ingezamelde hoeveelheid

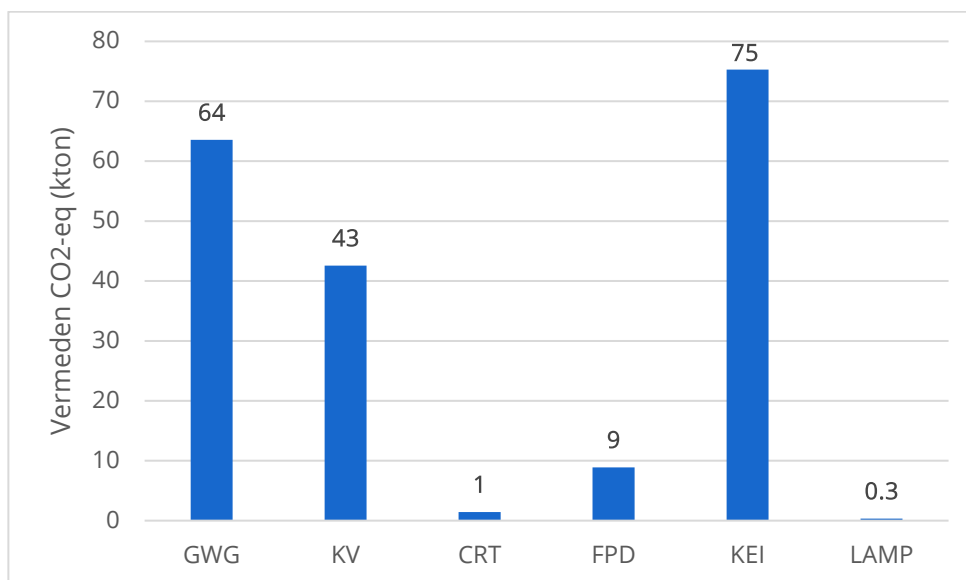
In het jaar 2020, werd in totaal ongeveer 126 kton e-waste ingezameld (Tabel 2). Hiervan werd 79% gerecycled en 19% verbrand met energierecuperatie. De overige 2% werd gestort.

Tabel 2: Ingezamelde e-waste per categorie in het jaar 2020 en de verwerking hiervan

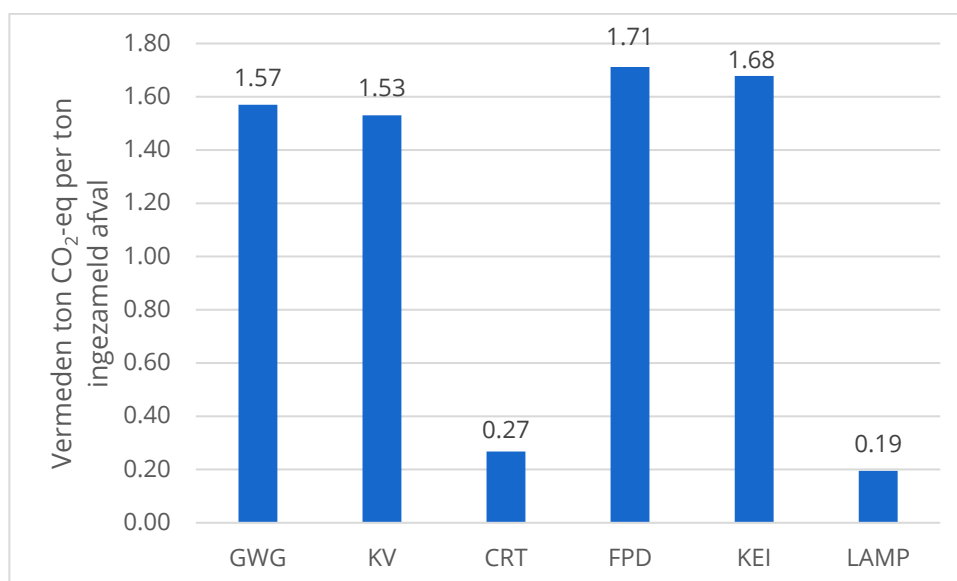
e-waste categorie	ton	% gerecycled	% verbranding met energierecuperatie	% verbranding zonder energierecuperatie	% gestort
Groot witgoed (GWG)	40 481	83	16	0	1
Koel- en vriesapparatuur (KV)	27 825	82	17	0	0
Cathode Ray Tube schermen (CRT)	5 396	83	5	2	0
Flat Panel Display (FPD)	5 198	73	25	0	2
Klein elektrisch en ICT apparatuur (KEI)	44 868	73	26	0	1
Energiezuinige lampen (LAMP)	1 767	92	4	0	4
Totaal	125 535	79	19	0	2

3.1.2 Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling

Door de materialen uit e-waste te recycleren, is in totaal 192 kton CO₂-eq vermeden. De kleine huishoudelijke apparaten leveren gezamenlijk de grootste bijdrage met 75 kton CO₂-eq vermeden broeikasgasemissies van (Figuur 1). Groot witgoed en koel- en vriesapparatuur (excl. verwijdering van (H)CFK's) volgen met respectievelijk 64 kton CO₂-eq en 43 kton CO₂-eq. Door recycling van materialen uit beeldschermen wordt 9 (FPD) en 1 (CRT) kton CO₂-eq vermeden. De minste milieuwinst in absolute zin komt uit de lampen, namelijk 0.3 kton CO₂-eq. De ranking van vermeden CO₂-eq komt overeen met die van de hoeveelheid ingezameld afval. Om de vermeden broeikasgassen te vergelijken voor de zes categorieën, is de relatieve hoeveelheid vermeden CO₂-eq per ton ingezameld afval weergegeven in Figuur 2.



Figuur 1: Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling voor het jaar 2020. Berekend met IPCC 2013 100a



Figuur 2: Vermeden broeikasgassen door materiaalrecycling voor het jaar 2020. Uitgedrukt per ton ingezameld afval. Berekend met IPCC 2013 100a

Hieruit blijkt dat de recycling van Cathode Ray Tubes schermen (0.27 ton CO₂-eq per ton ingezameld afval) en energiezuinige lampen (0.19 ton CO₂-eq per ton ingezameld afval), de minste CO₂-eq vermijdt per ton ingezameld afval. De relatieve vermeden hoeveelheid broeikasgassen voor groot witgoed, koel- en vriesapparatuur, Flat Panel Displays en klein elektrisch en ICT apparatuur liggen dichtbij elkaar.

Als er alleen wordt gekeken naar de totale hoeveelheid vermeden broeikasgassen, geeft dit een vertekend beeld. Uit Figuur 1 lijkt de recycling van FPD niet veel op te leveren, maar uit Figuur 2 blijkt dat dit wel degelijk veel broeikasgassen vermijdt. Het is echter vertekend door de lage hoeveelheid ingezameld afval.

De vermeden broeikasgasemissies door materiaalrecycling voor 2020 worden vergeleken met die uit voorgaande jaren in paragraaf 3.2.

3.1.3 Vermeden broeikasgassen door verwijdering (H)CFK's

Zoals genoemd in de introductie, worden (H)CFK's uit koel- en vriesapparatuur verwijderd in twee stappen. Deze twee stappen samen, vermijden de uitstoot van 203 kton CO₂-eq (zie Tabel 3).

Tabel 3: Vermeden CO₂-eq door de verwijdering van (H)CFK's. Data is voor het jaar 2020

Component	Vermeden CO ₂ -eq (kton)
(H)CFK houdend koelmiddel	164
(H)CFK houdend isolatieschuim	39
Totaal van de (H)CFK houdende componenten	203

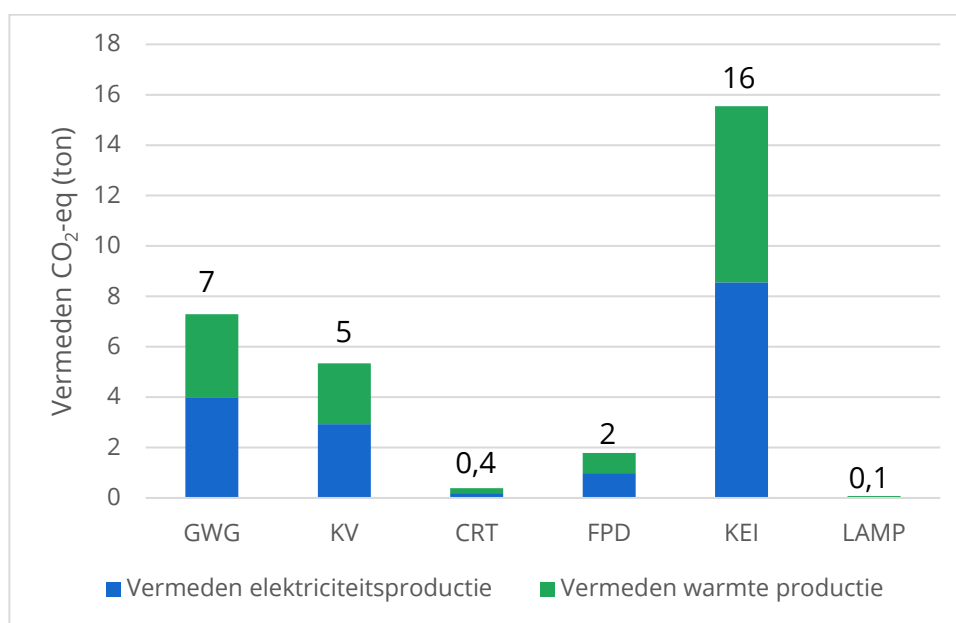
164 kton CO₂-eq wordt vermeden door (H)CFK's uit het koelmiddel (compressor) te verwijderen. Dit bestond in 2020 voornamelijk uit R12, R134a en propaan/butaan. De 4% (H)CFK's die niet nader gespecificeerd zijn (categorie "andere") zijn uitgesloten van de berekening, omdat wordt verwacht dat ze een verwaarloosbare bijdrage leveren.

Het isolatieschuim bestond in 2020 voornamelijk uit cyclopentaan. Door de (H)CFK's uit isolatieschuim te verwijderen, wordt 39 kton CO₂-eq vermeden. De vermeden broeikasgasemissies door verwijdering van (H)CFK's voor 2020 worden vergeleken met die uit voorgaande jaren in paragraaf 3.2.

3.1.4 Vermeden broeikasgassen door energierterugwinning

Door energie terug te winnen uit het verbrandingsproces van e-waste, wordt de emissie van broeikasgassen in de productie van elektriciteit en warmte vermeden. In totaal vermijdt dit de productie van 30 ton CO₂-eq (Figuur 3). Het is echter belangrijk om op te merken dat bij het verbrandingsproces zelf broeikasgassen worden uitgestoten. Deze uitstoot van 65 ton CO₂ eq, vindt altijd plaats bij verbranding. Door energie terug te winnen, kan 46% hiervan worden gecompenseerd, wat een netto uitstoot geeft van 35 ton CO₂-eq.

In voorgaande jaren zijn de vermeden broeikasgassen door energierterugwinning niet berekend waardoor een vergelijking niet mogelijk is.



Figuur 3: Vermeden CO₂-eq door teruggewonnen elektriciteit en warmte bij verbranding e-waste in het jaar 2020

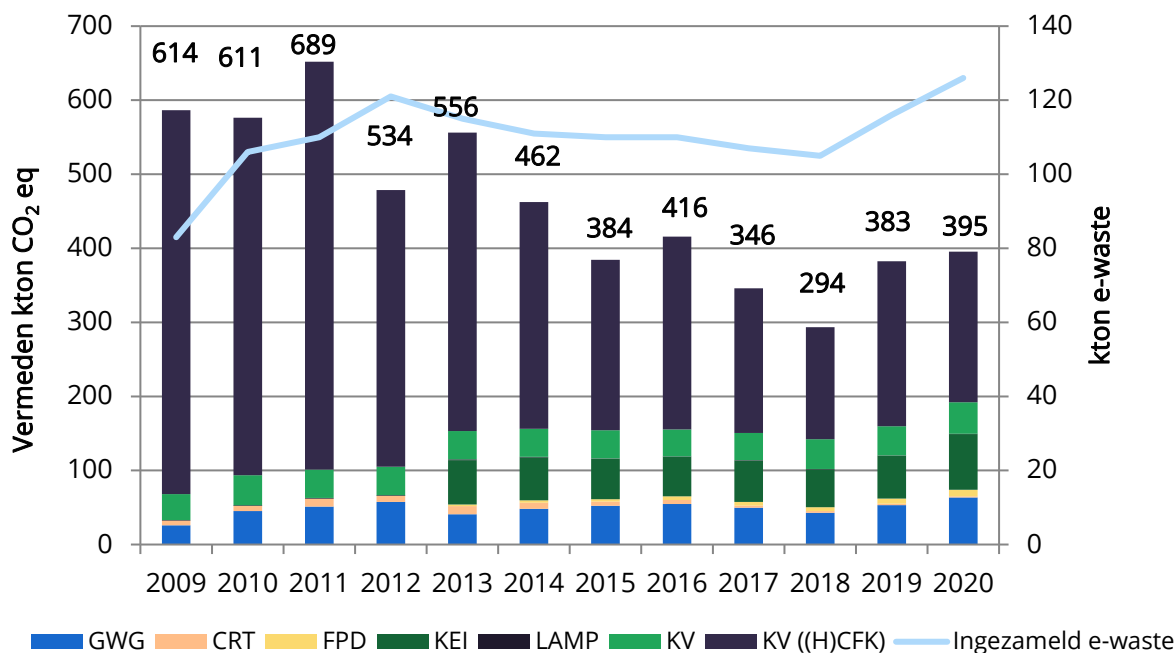
Tabel 4 geeft een overzicht van de vermeden broeikasgasemissies door materiaalrecycling, (H)CFK's verwijdering en verbranding met energierugwinning.

Tabel 4: Overzicht van vermeden broeikasgasemissies uitgedrukt in kton CO₂-eq

	GWG	KV	CRT	FPD	KEI	LAMP
Materiaalrecycling	64	43	1	9	75	0.3
(H)CFK's verwijdering	-	203	-	-	-	-
Verbranding met energierugwinning	0.007	0.005	0	0.002	0.0016	0

3.2 Vergelijking met voorgaande jaren

Van 2009 tot 2018 is de hoeveelheid vermeden CO₂-eq afgenomen (Figuur 4). Dit is vooral te danken aan de afname van het aandeel van de verwijdering van (H)CFK's. Dit komt voornamelijk doordat er in nieuwe apparatuur geen (H)CFK's worden gebruikt. Het gebruik van (H)CFK's wordt aan banden gelegd sinds het Montreal Protocol uit de jaren '90 [6]. In dit internationale verdrag is afgesproken om het gebruik van (H)CFK's uit te faseren om te voorkomen dat de ozonlaag verder wordt afgebroken. Als gevolg daarvan, worden er geen (H)CFK's gebruikt in nieuwe koel- en vriesapparatuur wat resulteert in een afname van de verwijdering van (H)CFK's en de daarmee vermeden CO₂-eq uitstoot. In de vermeden CO₂-uitstoot door recycling van materialen, zien we een toename tot 2012 waarna het grotendeels stabiliseert tot 2018. In het jaar 2019 en 2020, zien we weer een toename. Dit loopt ongeveer gelijk met de hoeveelheid ingezameld e-waste.



Figuur 4: Vermeden CO₂-eq door materiaalrecycling en verwijdering CFK's van e-waste en ingezamelde hoeveelheid e-waste van 2009 tot en met 2020

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In het jaar 2020 is de uitstoot van 395 kton CO₂-eq vermeden door het recyclen van materialen en de verwijdering van (H)CFK's uit e-waste. Figuur 5 geeft een aantal vergelijkingen hiervoor.⁴ De vermeden hoeveelheid CO₂-eq is een toename ten opzichte van de afgelopen jaren.⁵ Dit kan voornamelijk verklaard worden door de toename in ingezameld e-waste. 51% van de vermeden uitstoot in 2020 komt van het verwijderen van de (H)CFK's, de overige 49% komt van het recyclen van materialen.

⁴ Uitgaande van een gemiddeld elektriciteitsverbruik per huishouden van 2741 kWh [7] en een uitstoot van 0.556 kg CO₂-eq uitstoot per kWh grijze stroom [8]. Het aantal huishoudens in Eindhoven en gemeente Groningen samen is 257 000 [9].

Het aantal dieselauto's is gebaseerd op een gemiddelde jaarlijkse afstand van 22 548 km [10] en uitstoot van 0.176 kg CO₂-eq per km[8]

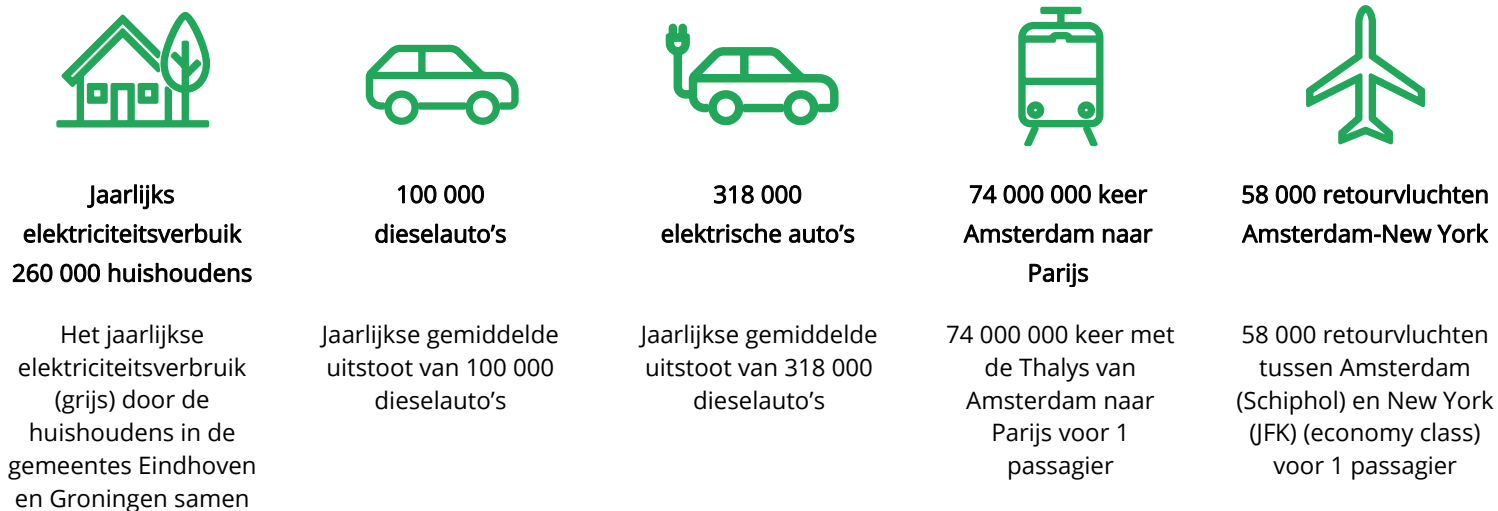
Voor de elektrische auto's is uitgegaan van een gemiddelde jaarlijkse afstand van 13 500 km [10] en uitstoot van 0.092 kg CO₂-eq per km[8]

De rit van Amsterdam naar Parijs met de Thalys stoot 3.5 kg CO₂-eq uit [11]

Een retourvlucht van Amsterdam naar JFK airport is 11 700 km[12] en per km wordt 0.147 kg CO₂-eq uitgestoten [8]

⁵ Zoals gezegd vervangt dit rapport alle voorgaande rapporten. Voor het berekenen van de vergelijkingen uit Figuur 5 zijn hedendaagse methodes toegepast. Om die reden is de hoeveelheid dieselauto's niet 1 op 1 vergelijkbaar met aantallen genoemde in voorgaande rapporten.

Hoeveel is 395 kton CO₂ eq.?

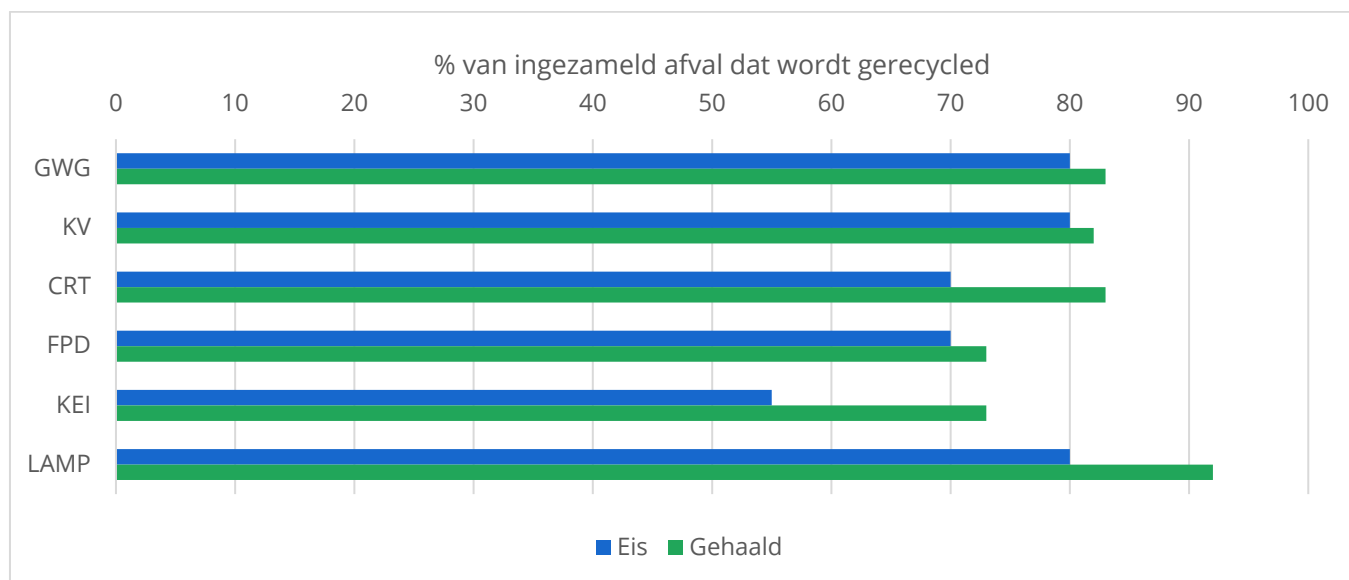


Figuur 5: Vergelijking 395 kton CO₂-eq

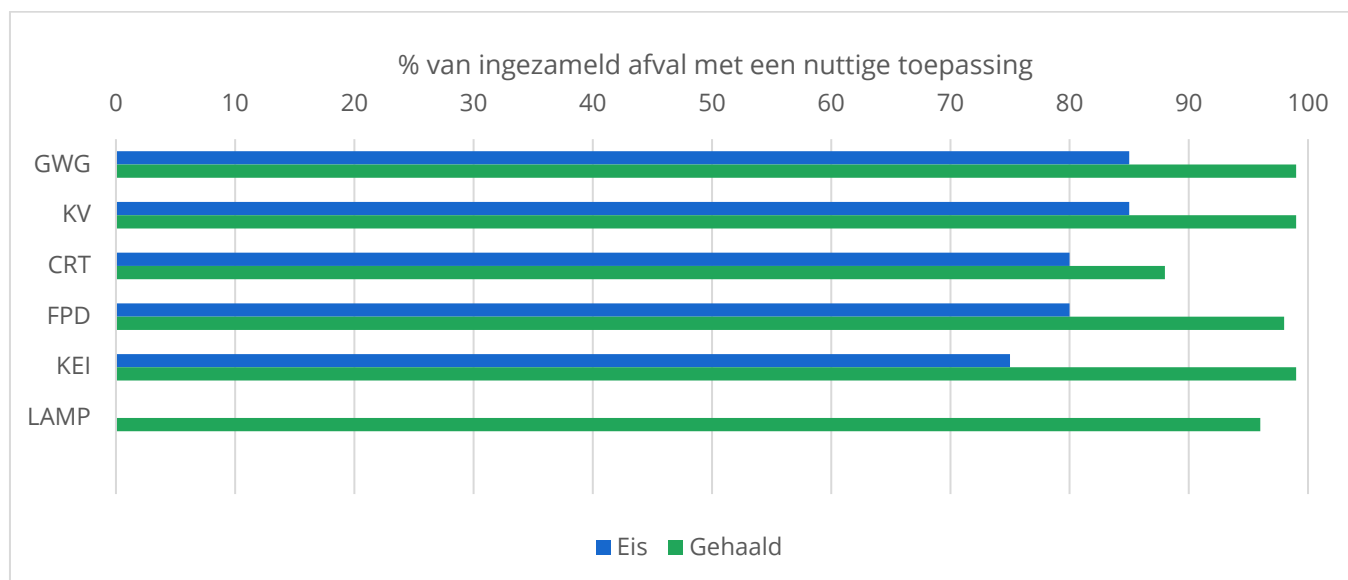
Zoals het voorbeeld van de FPD recycling (in paragraaf 3.1.2) aangeeft, is het goed te kijken naar de vermeden broeikasgasuitstoot per categorie en hierbij rekening te houden met de hoeveelheid ingezameld afval in plaats van alleen naar de totalen te kijken.

Het verbrandingsproces zorgt voor een broeikasgasuitstoot van 65 ton CO₂-eq. Hiervan wordt 30 ton CO₂-eq gecompenseerd in de vorm van energierugwinning. Dit illustreert dat recycling van materialen de voorkeur heeft over verbranding met energierugwinning.

De wettelijke eisen die gesteld worden aan de recycling of nuttige toepassing van e-waste worden ruimschoots gehaald (Figuur 6 en Figuur 7)



Figuur 6: Vergelijking van recycling percentages met wettelijke eisen



Figuur 7: Vergelijking van nuttige toepassing (recycling of verbranding met energie terugwinning) percentages met wettelijke eisen

4.2 Limitaties

Deze studie kent een aantal limitaties die kunnen dienen als verbetering van het onderzoek van volgend jaar.

- Naast (H)CFK's worden er ook andere stoffen verwijderd uit e-waste die daardoor niet in het milieu terecht komen. In deze studie is alleen de verwijdering van (H)CFK's meegenomen.
- De data voor de recyclingprocessen die in voorgaande jaren zijn aangeleverd door recyclers, kunnen inmiddels verouderd zijn. Voor het aluminium recycle proces zijn bijvoorbeeld data uit 2010 gebruikt.
- Zoals eerder genoemd, gebruiken we dezelfde ecoinvent processen als voorgaande jaren om de vergelijking te faciliteren. In voorgaande jaren werd gebruik gemaakt van ecoinvent processen die inmiddels als verouderd zijn aangewezen door ecoinvent.⁶

⁶ Deze processen worden gebruikt om de input en output van de recyclingprocessen uit te kunnen drukken in broeikasgassen. Dit geldt voor de volgende processen:

- Zeetransport, transoceanic tanker
- Tin productie (voor glas recycling)
- Gravel (voor glas recycling)
- Zand (voor glas recycling)
- Vloeibare chlorine (voor aluminium recycling)
- Vrachtwagentransport (16-32 ton), EURO4
- Inert afval
- Gemiddeld verbrandingsresidu

- De hoeveelheid van de materialen zoals koper en aluminium in de verschillende categorieën wordt bepaald op basis van batchtesten bij de recycler. Deze batchtesten geven ook informatie over hoeveel HCFK's worden afgevangen. Door deze batchtesten zit er echter een onzekerheid in de data die grote invloed kan hebben op het totaal. Als er in een batchtest toevallig veel (H)CFK's worden afgevangen wordt deze grote hoeveelheid aangenomen voor alle batches. Wij raden aan om volgend jaar extra aandacht te besteden aan het analyseren van representatieve batch testen.

4.3 Overige plannen

Wecycle is opgegaan in de Stichting Organisatie Producentenverantwoordelijkheid E-waste Nederland (OPEN). Stichting OPEN is sinds 1 maart 2021 operationeel en neemt de inzameling en recycling van e-waste in Nederland op zich namens de producenten en importeurs van elektrische apparaten. Stichting OPEN voegt meerdere organisaties (waaronder Wecycle) samen die zich richten op het recyclen van e-waste.

5 Bronnenlijst

- [1] WF-RepTool, "WF-RepTool." <https://www.wf-reptool.org/index.php/home> (accessed Apr. 16, 2021).
- [2] PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, and A. Hanemaaijer, "Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report," no. 2544, p. 42, 2017.
- [3] D. Bourguignon and O.-I. Orenius, "Material use in the European Union Towards a circular approach," no. September, p. 8, 2018, [Online]. Available: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625180/EPRS_BRI\(2018\)625180_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625180/EPRS_BRI(2018)625180_EN.pdf).
- [4] European Environment Agency, "Earnings, jobs and innovation: the role of recycling in a green economy," *Eur. Environ. Agency Rep.*, no. 8, p. 28, 2011, [Online]. Available: <http://www.eea.europa.eu/publications/earnings-jobs-and-innovation-the>.
- [5] Earth Overshoot Day, "About Earth Overshoot Day - #MoveTheDate of Earth Overshoot Day." <https://www.overshootday.org/about-earth-overshoot-day/> (accessed Apr. 16, 2021).
- [6] UNEP, *The Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer | Ozone Secretariat*. 2020.
- [7] milieucentraal, "Gemiddeld energieverbruik: is jouw verbruik hoog of laag? | Milieu Centraal." <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/> (accessed Apr. 14, 2021).
- [8] CO2 emissiefactoren, "Lijst emissiefactoren." <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijs-emissiefactoren/> (accessed Apr. 14, 2021).
- [9] cbs, "StatLine - Bevolking: ontwikkeling in gemeenten met 100 000 of meer inwoners." <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/70748ned/table?searchKeywords=huishoudens> (accessed Apr. 14, 2021).
- [10] cbs, "Hoeveel rijden personenauto's?" <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/verkeer/verkeersprestaties-personenautos> (accessed Apr. 14, 2021).
- [11] Thalys, "Toegewijd tot een duurzaam project." <https://www.thalys.com/nl/nl/over-thalys/toegewijd-tot-een-duurzaam-project> (accessed Apr. 14, 2021).
- [12] Distance, "Vliegafstand AMS → JFK - afstand in vogelvlucht, afstand, vliegtijd." <https://nl.distance.to/AMS/JFK> (accessed Apr. 14, 2021).