

Review I & W berekeningen circulaire plasticnorm

TNO 2025 R10835 – 1 mei 2025

Review I & W berekeningen circulaire plastic norm

Auteurs	Toon van Harmelen, Paul Stegmann, Anna Schwarz
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	14 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	1
Projectnaam	Review van plastic norm berekeningen door Min I. en W.
Projectnummer	060.64994

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2025 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Bevindingen.....	5
2.1	Rekenmethode.....	5
2.2	Aannames	6
2.3	Rekenresultaat.....	7
3	Conclusie.....	8
3.1	Oordeel.....	8
3.2	Kanttekening.....	8
4	Referenties	9
	Ondertekening	10
	Bijlage	
	Bijlage A: Review aannames	11

1 Inleiding

In 2023 is door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) een wetswijziging voorgesteld van de wet Milieubeheer: een verplichting voor Nederlandse verwerkers om vanaf 2027 een minimum percentage fossiele polymeren te vervangen met gerecyclede of biogebaseerde polymeren in plastic producten: de circulaireplasticnorm. Bij de circulaireplasticnorm wordt een handelssystematiek toegepast: verwerkers ontvangen administratief verhandelbare circulaire plastic eenheden voor het toepassen van 'circulaire polymeren'.

Het ministerie van I&W heeft berekeningen gemaakt over de effecten van de introductie van de circulaireplasticnorm, te weten de effecten van de normhoogte op de kostprijs van plastics in Nederland, de verplaatsing van productie naar het buitenland en de CO₂ impact. Aan TNO is gevraagd om deze berekeningen te reviewen op basis van de onafhankelijke expertise op het gebied van levenscyclus analyse van circulaire plastics. De review betreft de gehanteerde aanpak en de gemaakte aannames. Op basis hiervan wordt een inschatting gemaakt van de geldigheid van de rekenresultaten. Hierbij dient aangetekend te worden dat de verantwoordelijkheid van de berekeningen bij I&W blijft liggen.

De bevindingen van de review zijn gerapporteerd aan I&W, waarop enkele rekenfouten zijn hersteld en een aantal opmerkingen zijn verwerkt in de berekeningen.

Dit document rapporteert de bevindingen van de review van de berekeningen van I&W over de effecten van de introductie van een circulaireplasticnorm.

Dit rapport is een aanvulling op een eerdere studie van TNO over de circulaireplasticnorm, waarin enkele knelpunten zijn geïdentificeerd (zie TNO rapportage VP515, 2025) die in deze berekeningen niet zijn geadresseerd. Ons inziens zijn gedegen kwantitatieve systeemstudies nodig om tot een haalbaar en effectief beleid te komen.

2 Bevindingen

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen van de review van de berekeningen van het ministerie van I & W over de effecten van de introductie van de circulaire plasticnorm ~~te~~ aanzien van de rekenmethode, de aannames en het rekenresultaat.

2.1 Rekenmethode

In eerste instantie is de rekenwijze in de spreadsheet met berekeningen (aangeleverd door I&W, 20250219_EffectenCirculaireplasticnorm_Berekeningen.xlsx dd. 19 februari 2025) gecheckt op aanpak en consistentie. Hierbij zijn een aantal kleine rekenfouten geconstateerd en gemeld aan I & W. Deze zijn in de definitieve berekening gecorrigeerd (20250312_EffectenCirculaireplasticnorm_Berekeningen.xlsx dd. 12 maart 2025).

De rekenmethodiek berekent de CO₂-besparing voor Nederland als gevolg van de introductie van de circulaire plasticnorm. In de gehele rekenmethode wordt verondersteld dat de markt op twee manieren kan reageren op de circulaire plasticnorm, namelijk door verduurzaming van de keten door recycling of verplaatsing van productie naar het buitenland. De verduurzaming wordt berekend op basis van kentallen uit een eerdere analyse van CE delft (CE 2024). Dit leidt tot een inschatting van de bijbehorende kostprijsverhoging van plastics. Met behulp van World Scan is doorgerekend welke prijsverhoging tot welke verplaatsing naar het buitenland leidt (TNO 2025, Effecten werkgelegenheid Circulaireplasticnorm, Bollen en Nagy). Voor beide marktresponsen wordt met behulp van een CO₂-voetafdruk berekend wat de CO₂-besparing voor Nederland zou zijn.

De CO₂-voetafdruk is gebaseerd op eerder gepubliceerde kentallen voor verduurzaming van de plastic keten (CE 2022). Deze zijn gecorrigeerd voor aspecten als import van plastic polymeren door verwerkers, upstream emissies (in de toeleverende keten) welke niet in Nederland zou plaats vinden en verschillende typen recycling (waarvan de werkelijke productie en exacte afdruk in Nederland onbekend is).

De gehanteerde rekenmethode maakt grote vereenvoudigingen, omdat op dit moment ~~te~~ meer gedetailleerde data beschikbaar is. Deze methode is na doorvoering van verbetering van enige kleine rekenfouten, correct bevonden. Omdat de methode grof is moeten de absolute resultaten opgevat worden als schattingen van ordegrootte, en geven de onderlinge relatieve verschillen in de scenario's goede indicaties hoe deze ten opzichte van elkaar scoren.

In de resultaten worden hoog-laag bandbreedtes gepresenteerd als gevolg van hoge of ~~lage~~ aannames, maar het is onduidelijk of deze bandbreedtes de werkelijke onzekerheid representeren. Bijvoorbeeld de onzekerheid in de CO₂-voetafdruk is niet bekend en hierin dus niet meegenomen.

In de rekenmethode wordt verondersteld dat de prijsverhoging van gerecycled plastic alleen leidt tot mogelijke verplaatsing naar het buitenland. Hierbij wordt dus geen rekening gehouden met substitutie naar andere materialen door de gebruikers van plastics in producten. Dit kan impact hebben op de vraag naar plastic, maar ook op de bijbehorende

CO₂-emissie. Deze kan (voor plastics) afnemen maar afhankelijk van het substitutiemateriaal (papier, blik, glas) ook (netto) toenemen.

De rekenmethode berekent alleen de effecten in Nederland van de circulaireplasticnorm. Hierbij dient aangetekend dat er ook in het buitenland aanzienlijke CO₂-besparingseffecten door in Nederland gerecycled plastic zijn - grofweg vergelijkbaar met die in Nederland. Dat betekent dat de werkelijke CO₂-besparingen hoger zijn. Andersom, zijn er ook CO₂-besparingen ingeboekt voor Nederland als gevolg van verplaatsing van productie naar het buitenland. Dit betreft geen werkelijke CO₂-besparing, maar slechts verplaatsing naar het buitenland - deze bedraagt ongeveer een kwart van de Nederlandse besparing. In totaal is de verwachting dat de voor Nederland berekende CO₂-besparing lager ligt dan de werkelijke CO₂-besparing.

2.2 Aannames

In het geval van data schaarste zijn er grofweg ten minste vier mogelijke aanpakken om schattingen te doen, te weten:

1. Reeds eerder gemaakte en geaccepteerde schattingen gebruiken;
2. Scenario- en gevoeligheidsanalyses doen;
3. Conservatief schatten;
4. Meer systemisch onderzoek doen gebaseerd op bredere datacollectie.

De door I&W gehanteerde benadering gebruikt de eerste drie aanpakken, waarvan 11 aannames zijn gecontroleerd (zie Bijlage A).

De voor de uitkomsten meest cruciale aannames in de berekening betreffen:

- 20% autonome toename circulaire plastics zonder circulaireplasticnorm. Deze aanname is gemaakt door CE Delft (CE 2024) waarbij is aangenomen dat het recycelaatgebruik stijgt door met name de *Packaging and Packaging Waste Regulation* (PPWR). Vanaf dit percentage gaat de circulaireplasticnorm pas effect hebben en CO₂ besparen. Het huidige percentage circulaire plastics is 13%, zodat is aangenomen dat er nog 7% autonome groei van circulaire plastics tot 2030 plaatsvindt.
- Het aandeel upstream emissies was eerst aangenomen tussen de 20% en 40% te zijn. Dat is na review aangepast tot 40%, om een behoudende schatting te maken van de CO₂-besparing in Nederland.
- Het aandeel in Nederland geproduceerd plastic is op basis van historische data zo goed mogelijk ingeschat en als constant geëxtrapoleerd naar 2030. De CO₂-besparing in Nederland is evenredig met dit aandeel.
- De bandbreedte van de prijsverhoging komt uit CE Delft 2024 en is in combinatie met de elasticiteit in World Scan bepalend voor de productieverliezen naar het buitenland (TNO 2025). De prijsverhogingen van CE Delft zijn aanzienlijk, waarmee de productieverliezen door de circulaireplasticnorm hoogstwaarschijnlijk niet worden onderschat.

Voor een gedetailleerde behandeling van alle aannames verwijzen wij naar Bijlage A.

Concluderend kunnen we stellen dat de gehanteerde aannames er transparant en behoudend uitzien, wat goed is voor dit soort berekening.

Echter, voor dit soort belangrijke effecten van Nederlandse wetgeving zou het ons inziens de voorkeur hebben om de vierde mogelijke aanpak, meer systemisch onderzoek, in te zetten om op die manier tot een gedegen onderbouwde uitspraak over de effecten te komen. Hierbij zou een systeemaanpak gebruikt moeten worden waarbij per polymeer gekeken

wordt wat de meest kosteneffectieve recyclemethode is in relatie tot kwaliteit van het recyclaat en de eisen voor verschillende toepassingen. Daarnaast dient materiaalsubstitutie meegenomen te worden. CO₂-besparingseffecten zouden berekend moeten worden in samenhang met de voortgaande energietransitie, zowel in productie van plastic en energie, alsmede afvalverbranding. Ook circulaire plastic opties als biopolymeren en Carbon Capture and Use (CCU) zouden meegenomen dienen te worden. Hiervoor zouden bandbreedtes meegenomen moeten worden om de onzekerheid van CO₂-emissies in beeld te brengen. Tevens zou niet alleen berekend moeten worden wat de CO₂-besparing is voor Nederland maar ook voor de planeet.

2.3 Rekenresultaat

Omdat de methode uitgaat van sterke vereenvoudigingen en er grove aannames gedaan worden, moeten de absolute resultaten opgevat worden als schattingen van ordegr^oo^tt^e, en geven de onderlinge relatieve verschillen in de scenario's goede indicaties hoe deze ten opzichte van elkaar scoren.

3 Conclusie

3.1 Oordeel

TNO heeft een review uitgevoerd van de berekeningen van het ministerie van I&W over de effecten van de introductie van de circulaireplasticnorm, te weten de effecten van de normhoogte op de kostprijs van plastics in Nederland, de verplaatsing van productie naar het buitenland en de CO₂ impact. Hierbij is gekeken naar de rekenmethode, de aannames en het rekenresultaat.

Na doorvoeren van enkele kleine aanpassingen is de gehanteerde rekenmethode correct bevonden. Aannames zijn transparant en behoudend gemaakt. Omdat de methode eenvoudig en grof is moeten de absolute resultaten opgevat worden als schattingen van ordegrootte, en geven de onderlinge relatieve verschillen in de scenario's goede indicaties hoe deze ten opzichte van elkaar scoren.

Hoog-laag bandbreedtes zijn een gevolg van aannames, deze representeren niet de werkelijke onzekerheid. Berekende CO₂-besparingseffecten betreffen uitsluitend Nederland. Verwacht wordt dat in het buitenland ook netto CO₂-besparing op zal treden.

Substitutie naar andere materialen dan plastics door het introduceren van de circulaireplasticnorm is in de berekeningen niet meegenomen en kan leiden tot netto verhoging van de CO₂-emissies van deze gesubstitueerde materialen.

3.2 Kanttekening

De gereviewde berekeningen werden op een transparante en behoudende manier uitgevoerd. Echter, voor dit soort belangrijke effecten van Nederlandse wetgeving zou het ons inziens de voorkeur hebben om verder onderzoek te doen om tot een gedegen onderbouwde uitspraak over de effecten van de circulaireplasticsnorm te komen. De transitie van een lineair plastic systeem naar een circulair plastic systeem is enorm complex, waarbij goede kennis en data op het gebied van producten, materialen, technologie, economie, milieu en beleid alsmede de onderlinge systeeminteracties essentieel zijn voor een goed onderbouwde beleidskeuze. Om tot haalbaar en effectief beleid te komen zijn gedegen kwantitatieve systeemstudies nodig van kennisinstellingen, gedragen door de verschillende stakeholders in de plastic waardeketen.

Het reviewen van de geldigheid van deze berekeningen over de impacts van de circulaireplasticnorm impliceert niet dat TNO het invoeren van de circulaireplasticnorm in deze vorm ondersteunt. TNO steunt het concept van een circulaireplasticnorm, maar identificeerde eerder enkele knelpunten (zie TNO rapportage VP515, 2025) welke in deze berekeningen niet zijn geadresseerd.

4 Referenties

- CE Delft 2022, CO₂-winst met kunststofrecycalaat, Een overzicht van CO₂-kentallen van mechanisch kunststofrecycalaat voor NRK Recycling, Geert Bergsma en Nicole Imholz, november 2022
- CE Delft 2024, Plastic norm, Quickscan economische effecten, maart 2024
- TNO 2025, Effecten werkgelegenheid Circulaireplasticnorm, Johannes Bollen en Roel Nagy, 10 maart 2025
- Conversio 2024, Substantiation of data for polymer production and processing in the Netherlands (Issue April).
- TNO rapportage VP515: Circulaireplasticnorm, Q.M. Cohen, P. van den Heuvel, H. Koops, T. van Harmelen, A. Wypkema, februari 2025

Ondertekening

TNO) Energy & Materials Transition) Utrecht, 1 mei 2025

Gerard van der Laan
Research Manager


Hella Koops
Senior Consultant

Bijlage A

Review aannames

De volgende aannames zijn in detail gecontroleerd in de eerste spreadsheet opgestuurd door het ministerie van I & W 20250219_EffectenCirculaireplasticnorm_Berekeningen.xlsx dd. 19 februari 2025. Verwijzingen zijn naar cellen in de gereviseerde, openbare spreadsheet 20250312_EffectenCirculaireplasticnorm_Berekeningen.xlsx dd. 12 maart 2025 waarin eventuele fouten of aannames zijn aangepast:

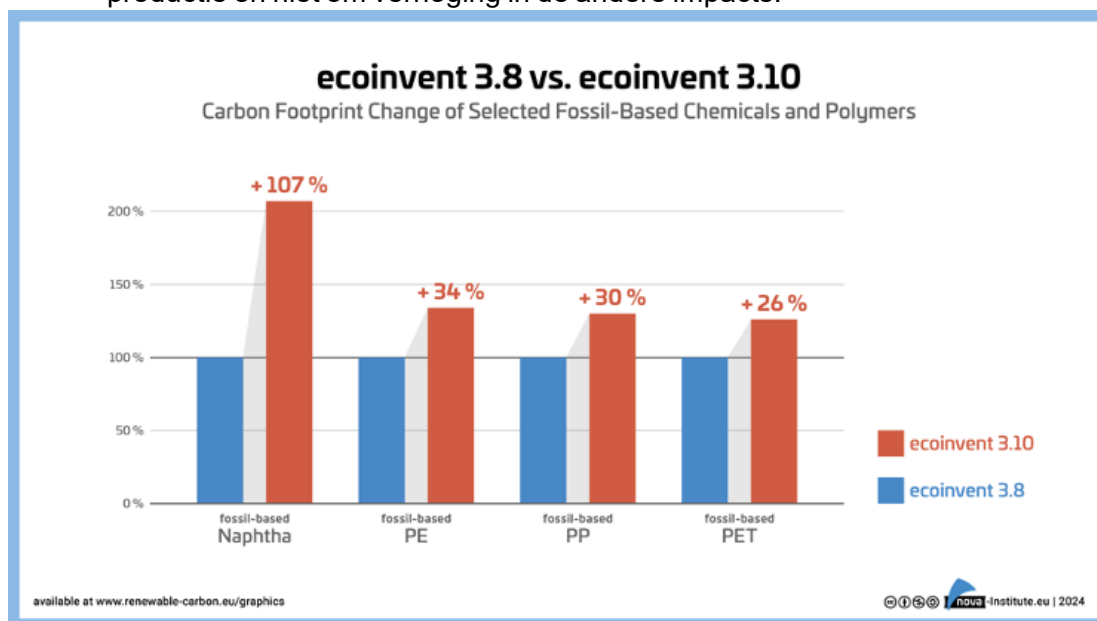
1. Prijsverhoging van 500 – 1000 euro/ton (cel B9-10 sheets Productieverlies_2530 en Productieverlies_3540) uit CE Delft 2024;
 - a. CE Delft neemt aan dat mechanische recycling de optie is voor de norm omdat deze de goedkoopste optie is. Verwerkers kunnen circulaire plasticenheden verkopen. Het is waarschijnlijk dat verwerkers die goedkoop laagwaardig recyclaat inzetten, circulaire plasticenheden kunnen verkopen aan producenten die deze niet kunnen inzetten.
 - b. Als de vraag naar MR van lage kwaliteit verzadigd is, is er behoefte aan hoogwaardig recyclaat. Hoogwaardige gerecyclede virgin pellets (PP, HDPE) zijn 250-900 euro/ton duurder dan laagwaardig gerecyclede pellets (grote verschillen afhankelijk van het jaar: 2022 of 2023, bron CE Delft 2024).
 - c. De gekozen range van 500 1000 euro/ton lijkt in orde, gezien de weinige datapunten die zij hebben bekeken (2022-2023). Verder is één expert gevraagd met een iets lagere schatting van kosten (300 400 euro/ton).
 - d. Echter; wij verwachten met de nieuwe NL- en EU-regelgeving een grotere concurrentie voor recyclaat, wat zou leiden tot een nog hogere recyclaatprijs.
 - e. Tegelijkertijd kunnen we ons voorstellen dat de prijzen voor fossiele brandstoffen zullen dalen (VS: Drill Baby Drill, misschien het einde van de oorlog in Oekraïne, of in het geval van een vermindering van het oliegebruik voor transport, verwarming etc. vanwege klimaatbeleid: ook lagere prijzen omdat er minder vraag is), wat de kloof nog groter zou kunnen maken.
 - f. Al met al: de kosten zijn heel onzeker. Op de lange termijn kunnen de prijzen zelfs dalen (meer capaciteit, betere sortering door wetgeving), maar op de korte termijn verwachten we eerder grote prijsspieken, omdat iedereen vecht voor het weinige hoogwaardige recyclaat dat er is. Ook: de VS is onvoorspelbaar en hun effect op fossiele brandstoffen.

Concluderend: de genomen range is voldoende ruim, al zal een grotere prijsverhoging waarschijnlijker zijn voor een hogere norm.

2. Autonome inzet circulaire polymeren 20% (cel B14-15 sheets Productieverlies_2530 en Productieverlies_3540) uit CE Delft 2024; - Dit betekent niet dat er 20% extra bijkomt vergeleken met vandaag, maar dat 13 vandaag 13% is (Conversio studie) en zal groeien naar 20% in 2030. Dus een toename van 7% die toegerekend wordt aan de circulaire plasticnorm. - De berekeningen achter deze aanname hebben we niet ingezien maar is gebaseerd op wat de impact van PPWR zou zijn (waarden x volume op de markt van de respectievelijke categorieën voor plastics). Conclusie: er is hier sprake van een conservatieve aanname, dus akkoord.
3. Er wordt nergens gerept over substitutie naar andere materialen; dit wordt verwaarloosbaar geacht. Als het echter ook substitutie kan zijn, weten we niet of de CO₂ emissie hoger of lager wordt (hangt af van substitutie materiaal, maar is vaak hoger).
4. Autonome groei in 2030 (cel B9-10 sheets CO2Reductie_2530 en CO2Reductie_3540, uit CE Delft 2024) van 5% refereert naar de groei in plastic conversie over de gehele periode tot 2030; er is niet uitgelegd hoe men op deze aanname is gekomen. Deze waarde is redelijk, in het EU-project Amigdala verwachten wij een toename van 5.7% tot 2030.
5. Aandeel polymeren import in NL 2022 (cel B143 sheets CO2Reductie_2530 en CO2Reductie_3540) komt uit Trinomics, maar kunnen we niet verder checken. Het is een cruciale aanname in de berekening rond productieverlies buitenland (sheet CO2Reductie cel B219); het aandeel NL is hier gesteld op 34% (alle plastics). Dit is een cruciaal getal, maar lijkt ook weer conservatief. Moet ook gerapporteerd worden dat deze emissie alleen verplaatst wordt naar het buitenland.
6. Plastic volume gecorrigeerd voor polymeren op de positieve lijst (cel B14 sheets CO2Reductie_2530 en CO2Reductie_3540) uit Conversio / positieve lijst. We hebben niet kunnen checken hoe deze correctie is gedaan. Plastic volume wordt ook gecorrigeerd voor verpakkingen - die onder de PPWR vallen en dus niet aan de norm mogen worden toegerekend. Nette aanpak.

7. CO₂ footprint (cel B53 sheets CO₂Reductie_2530 en CO₂Reductie_3540) uit CE Delft 2022; Volgens CE delft (2022) zoals hier wordt geciteerd, is de gemiddelde impact van mechanisch recycalaat 0,67 (8 polymeren). Hier is echter geen rekening gehouden met in welke verhoudingen verschillende polymeren worden geproduceerd én gerecycled (bijv. ABS heeft veel winst maar wordt minder ingezet dan de PE en PP die dan weer een stuk minder winst hebben). Vergelijken met fossiel, spaar je volgens CE delft gemiddeld 1,6 kg CO₂ uit (8 polymeren). Als je hiermee ook vermeden verbranding meeneemt wordt dit - 3,4 kg CO₂ (8 polymeren).

Er wordt een verhoging van de fossiel virgin productie gehanteerd van 30%, gebaseerd op de wereldmarkt, met name correctie door China en India. Het gaat alleen om virgin productie en niet om verhoging in de andere impacts.



Verder is het niet duidelijk wat men met 'ander CE delft rapport' bedoelt en ook de combinatie van biobased, chemisch en mechanisch is niet terug te vinden. Wij rekenen hier wat varianten uit om de variatie te tonen:

- ➔ CE- 0,7 mech + 2,3 fossiel + 1,8 verbranding = 3,4
- ➔ I&W besparing mechanisch - 0,7 mech + 2,3 fossiel *1,3 + 1,8 verbranding = 4,1
- ➔ I&W besparing mech & chem - 1,6 mech + 2,3 fossiel + 1,8 verbranding = 2,5
- ➔ I&W besparing mech & chem - 1,6 mech + 2,3 fossiel *1,3 + 1,8 verbranding = 3,2

afgerond naar 3, is een conservatieve schatting
Dit is na correctie van enkele rekenfouten bijgesteld naar 2,7 kg CO₂-equivalent per kg extra circulair polymeer (ongecorrigeerd voor upstream emissies), wat een conservatieve schatting lijkt te zijn.

8. CO₂ footprint aanname CO₂ reductie productieverlies (cel B224 sheets CO₂Reductie_2530 en CO₂Reductie_3540 cel B191) uit CE Delft 2022; 1,8 is CO₂ footprint van toekomstig plastic. In een andere cel werd gewerkt met 2,3*1,3 = 3,0? Als het zonder extractie en raffinage is, zou je 40% er aftrekken, dus 3 *(1-0,4) = 1,8 Hier wordt -2 gehanteerd, -1,8 is transparanter en een conservatieve schatting exclusief raffinage. Dit is overgenomen in de finale berekening.

- | |
|---|
| <p>9. Aandeel upstream scope 3 in fossiele polymeer productie (cel B63-64 sheets CO2Reductie_2530 en CO2Reductie_3540) uit CE Delft 2022;
De impact van de kraker (gealloceerd aan de productie van ethyleen) van ecoinvent 3.11 komt voor ca 35% van de emissies van het proces zelf en ca 35% van naptha. Ook 11% van buteen en 5 % van propeen. Naar verwachting is 20% een te lage inschatting en 40% een redelijke inschatting voor scope 3 emissies. Omdat er met een gemiddelde wordt gewerkt komt het er op neer dat met 30% wordt gewerkt. Dat is niet heel conservatief. Dit is in de finale versie aangepast naar 40%.</p> |
| <p>10. Review approach correctie CO2 footprint fossiele polymeren (cel B66-I92 sheets CO2Reductie_2530 en CO2Reductie_3540) uit CE Delft 2022;
Hier zaten wat rekenfoutjes. Deze zijn in de finale versie hersteld. Kwaliteit speelt hier ook in mee maar wordt verwaarloosd. Dit is onterecht maar begrijpelijk gegeven de complexiteit en het huidige gebrek aan data.</p> |

Energy & Materials Transition

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
www.tno.nl