

## 1 LCA in het kort

Milieu-impact wordt bepaald met een Levenscyclusanalyse (LCA) en kan worden uitgedrukt in monetaire kosten met de milieukosten-indicator (MKI). Om te komen tot de milieukosten van een product, wordt de milieu-impact van meerdere factoren geanalyseerd in alle levensfasen van een product. CO<sub>2</sub>-uitstoot is een voorbeeld van zo'n factor. In de onderstaande afbeelding is conceptueel weergegeven hoe de MKI-waarden (€) van een product is opgebouwd. De verschillende levensfasen in de afbeelding zijn gebaseerd op de bepalingmethode van de [Nationale Milieudatabase](#) (NMD).

| Construction Works Information example    |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
|-------------------------------------------|-----------|---------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|---------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------|------------------|----------|-----------------------------------------------|
| Construction Works Life Cycle Information |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          | Beyond Life Cycle                             |
| A1-A3                                     |           |               | A4-A5                      |                                   | B1-B7     |             |        |             |               |                        |                       | C1-C4                     |           |                  |          | D                                             |
| Product Stage                             |           |               | Construction Process Stage |                                   | Use Stage |             |        |             |               |                        |                       | End of Life Stage         |           |                  |          | Benefits and Loads beyond the system boundary |
| A1                                        | A2        | A3            | A4                         | A5                                | B1        | B2          | B3     | B4          | B5            | B6                     | B7                    | C1                        | C2        | C3               | C4       | D                                             |
| Raw material supply                       | Transport | Manufacturing | Transport                  | Construction-installation process | Use       | Maintenance | Repair | Replacement | Refurbishment | Operational energy use | Operational water use | Deconstruction demolition | Transport | Waste processing | Disposal | Reuse, recovery, recycling potential          |
| Factor 1                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 2                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 3                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 4                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 5                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 6                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 7                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor 8                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor ..                                 |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |
| Factor n                                  |           |               |                            |                                   |           |             |        |             |               |                        |                       |                           |           |                  |          |                                               |

Bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> uitstoot

Totaal: MKI-waarde (€)

De NMD bevat MKI-waarden voor een groot deel van de bouwproducten die beschikbaar zijn. Die data worden gebruikt voor het opstellen van een MPG-berekening bij bouwprojecten. De [MPG](#) (milieu prestatie gebouw) is een verplichte analyse van de totale impact van een gebouw die onder een bepaalde waarde moet blijven om een bouwvergunning te krijgen:

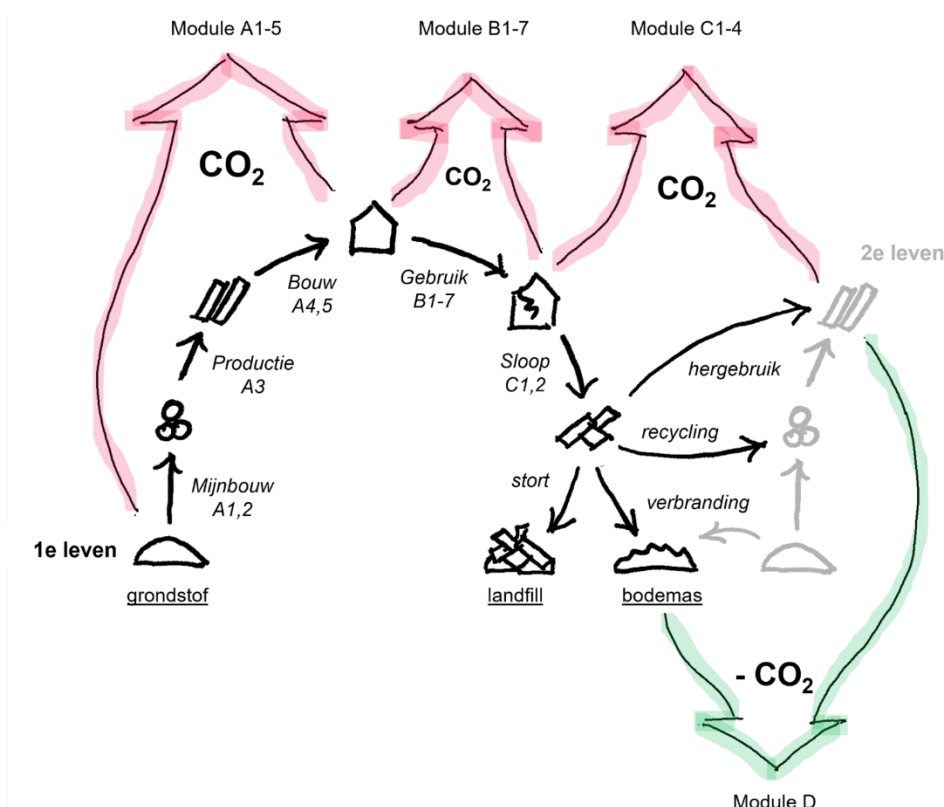
$$MPG = \frac{\sum(MKI)}{\text{Bruto Vloeroppervlak} * \text{gebouwlevensduur}}$$

**MPG-Eis:**  
Sinds 2021: €0,80  
Vanaf 2025: €0,50 (?)

In dit document wordt doorgaans om wille van het argument verwezen naar CO<sub>2</sub>-uitstoot om te refereren naar milieu-impact omdat dit een meer intuïtieve eenheid is om bepaalde concepten mee uit te leggen. In al deze voorbeelden is het mogelijk om CO<sub>2</sub> uit te wisselen voor MKI.

## 2 Impactreductie door hergebruik

In de onderstaande afbeelding is de milieu-impact van een bouwproduct weergegeven in alle levensfasen van het product. In het schema wordt alleen CO<sub>2</sub>-uitstoot weergegeven maar hetzelfde geldt voor andere factoren die bij elkaar opgeteld de MKI vormen. Module A, B en C vertegenwoordigen de milieu-impact tijdens de levensduur van een product. Module D vertegenwoordigt de milieu-impact die wordt vermeden in de volgende levenscyclus als gevolg van hergebruik, recycling of energieopwekking. Dit is weergegeven als negatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot.

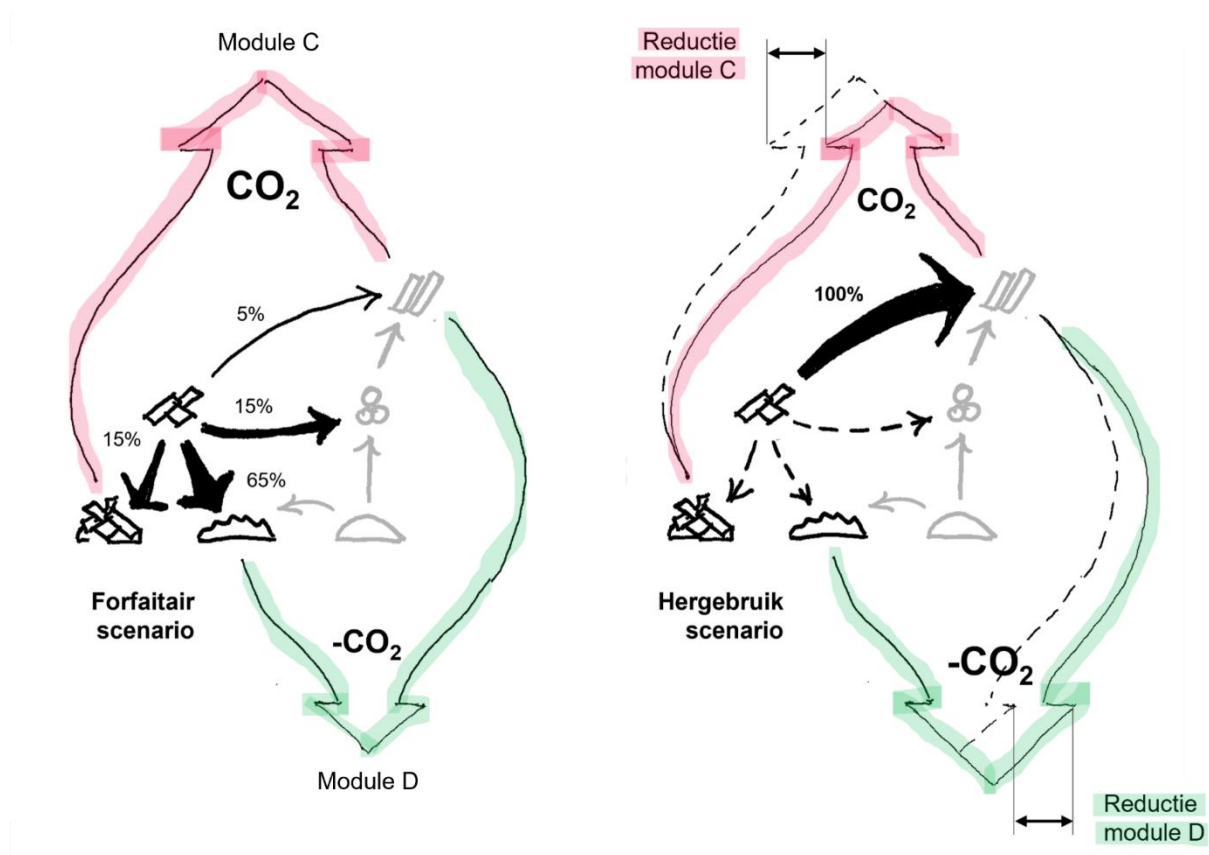


De keuze voor hergebruik heeft invloed op de milieu-impact uit module C3, C4 en D. De milieu-impact in die modules is een optelsom van de impact van een aantal scenario's, zoals recycling en verbranding, vermenigvuldigd met de kans dat elk scenario optreedt. Op het moment dat de LCA gemaakt wordt, bij de bouw, vinden deze scenario's in de verre toekomst plaats. De kans dat elk scenario optreedt is daarom gebaseerd op forfaitaire waarden. Een lijst met die waarden wordt beheerd door de [NMD](#). Zie een deel van die waarden in de onderstaande afbeelding als voorbeeld.

| NR | Stroom             | Specificatie                          | % verlies | Verdeling over fracties [%] |       |     |           |            |
|----|--------------------|---------------------------------------|-----------|-----------------------------|-------|-----|-----------|------------|
|    |                    |                                       |           | Laten zitten                | Stort | AVI | Recycling | Hergebruik |
| 1  | actief kool        | uit filters voor waterzuivering       |           | 0                           | 0     | 100 | 0         | 0          |
| 2  | afwerkingen        | verkleefd aan hout, kunststof, metaal |           | 0                           | 0     | 100 | 0         | 0          |
| 3  | afwerkingen        | verkleefd aan puin                    |           | 0                           | 100   | 0   | 0         | 0          |
| 4  | aluminium, uit B&U | o.a. profielen, platen, leidingen     |           | 0                           | 3     | 3   | 94        | 0          |
| 5  | aluminium, uit GWW | o.a. lichtmasten en randafwerkingen   |           | 0                           | 0     | 3   | 97        | 0          |

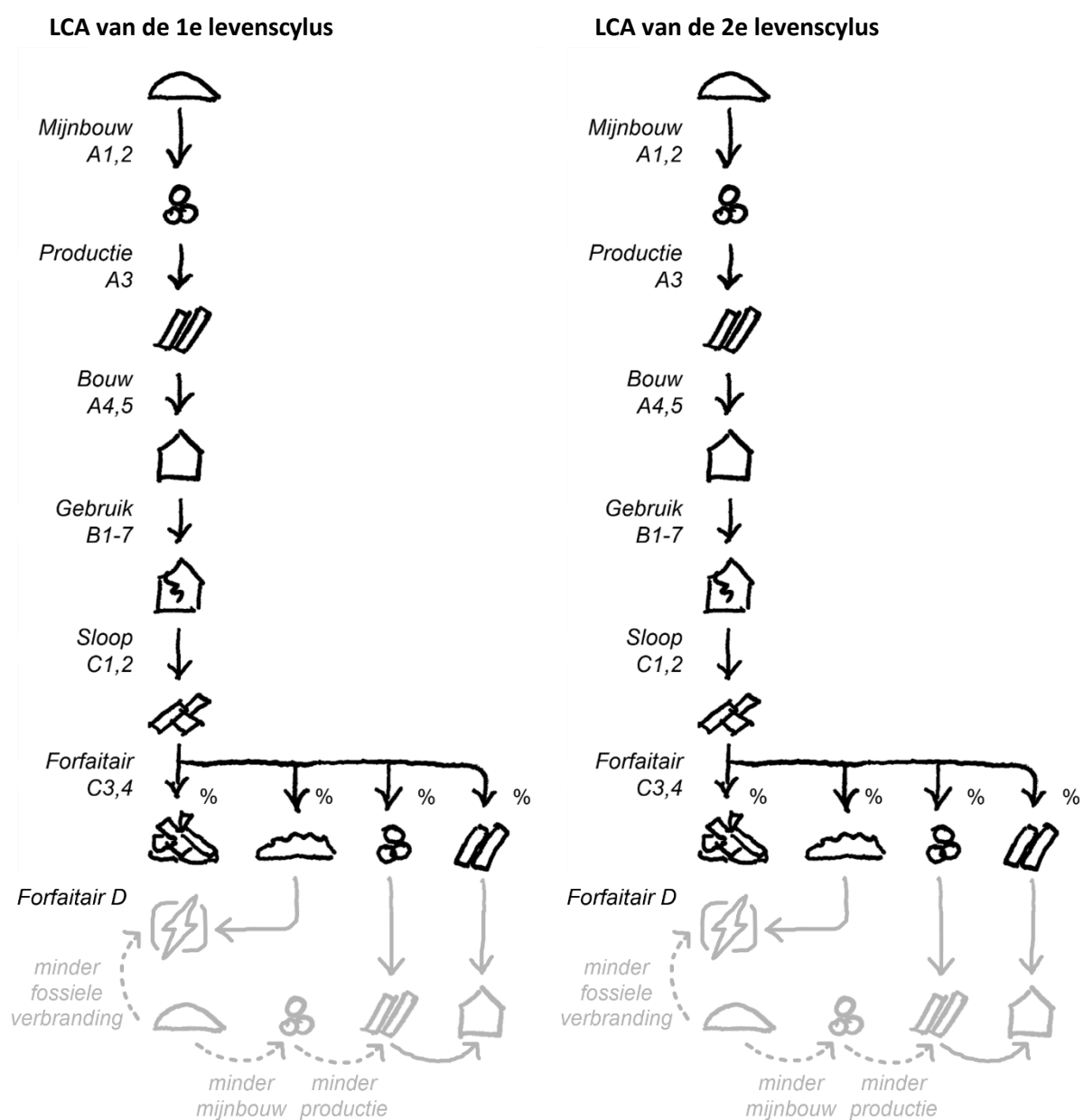
De milieu-impact die je reduceert door een product te hergebruiken, kan worden bepaald door de het daadwerkelijke scenario te vergelijken met het voorspelde scenario op basis van de forfaitaire waarden: "forfaitaire impact". Omdat het hergebruik-scenario (bijna) altijd gunstiger is dan bijvoorbeeld stort of verbranding (AVI) levert 100% hergebruik een impactreductie op ten opzichte van de forfaitaire impact. Die reductie is weergegeven in de afbeelding hieronder. Het betreft een reductie in module C3 en C4 doordat hergebruik minder vervuילend is dan het voorspelde scenario en een toename van de negatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot in module D omdat hergebruik meer nieuwe productie uitspaart. De impactreductie door hergebruik is een optelsom van deze twee effecten:

$$\text{Impactreductie} = \text{forfaitaire impact (C3,C4,D)} - \text{impact van 100\% hergebruik (C3,C4,D)}$$



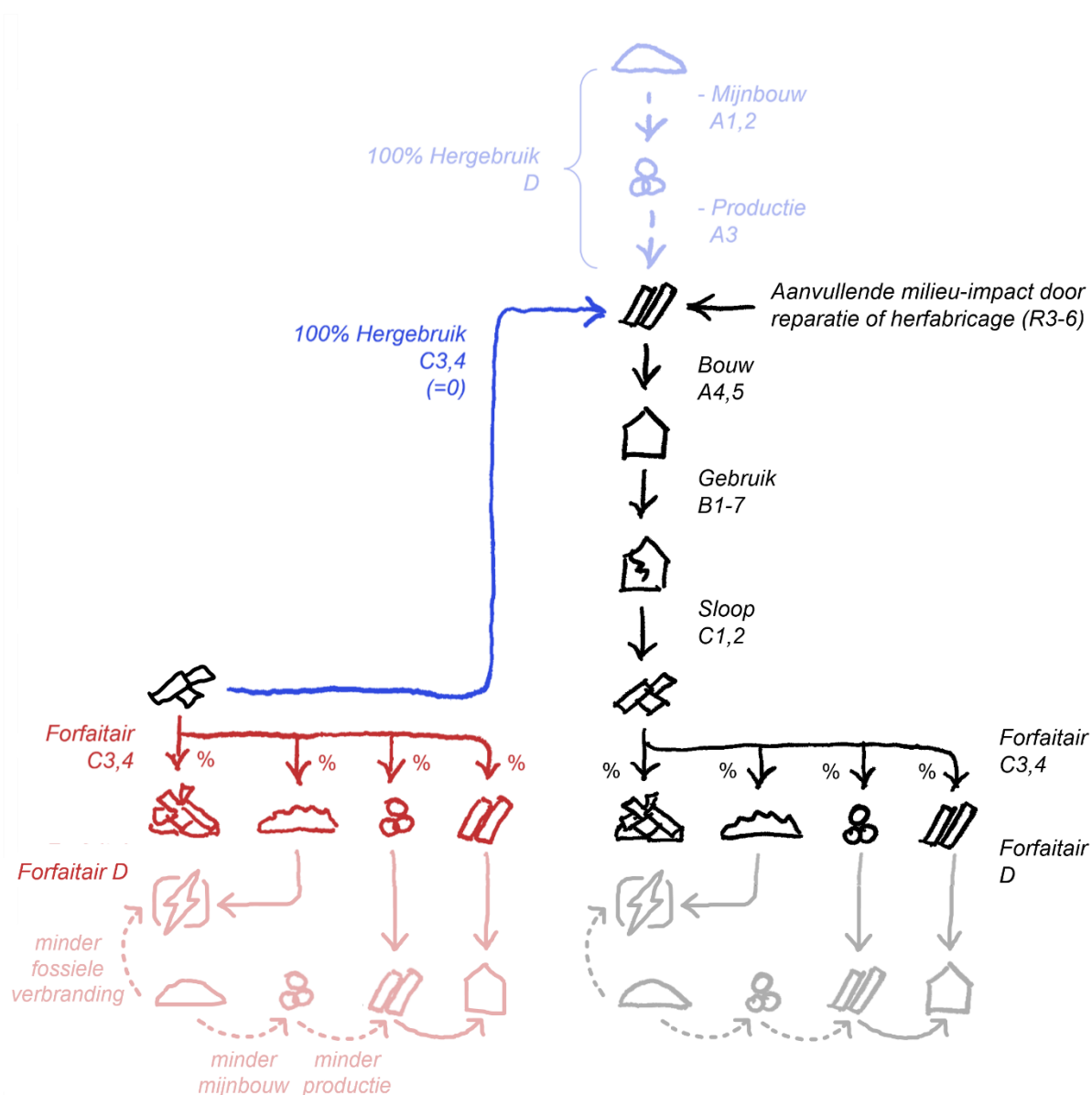
### 3 Bepalingsmethode voor de impact van een hergebruikt product

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat een sloper die een product hergebruikt, er in feite voor zorgt dat de milieu-impact lager uitpakt dan oorspronkelijk is voorspeld. Die impactreductie kan echter niet meer worden toegekend aan de eerste levenscyclus van het product omdat die volgens de huidige regels aan het begin van de cyclus wordt vastgesteld in de MPG. In dit hoofdstuk wordt een methode voorgesteld om de impactreductie door hergebruik te bepalen op zo'n manier dat deze kan worden meegenomen in de LCA van de tweede levenscyclus. Daarvoor gebruiken we de onderstaande weergave van twee individuele levenscycli als uitgangspunt. De vier verwerking scenario's stort, AVI, recycling en hergebruik zijn bij C3 en C4 van links naar rechts weergegeven. De uitgespaarde milieu-impact bij module D is met stippellijnen weergegeven in een lichtere kleur omdat er soms discussie over is of module D moet worden meegeteld in een LCA.



In het geval dat een product na de eerste cyclus wordt hergebruikt voor een tweede levenscyclus, ontstaat er een verbinding tussen de twee levenscycli. Die verbinding kan worden weergegeven als een afsplitsing van na module C2 van de eerste levenscyclus die aanhaakt na module A3 van de tweede levenscyclus. Zie het onderstaande figuur. Dit heeft de volgende implicaties:

- Door deze afsplitsing komt de voorspelling op basis van forfaitaire waardes te vervallen en moet dus worden afgetrokken. Dit levert een impactreductie op. Zie het rode deel.
- De afsplitsing zelf (in blauw) vertegenwoordigt module C3 en C4 van de eerste levenscyclus bij een scenario met 100% hergebruik. Die wordt opgeteld. Volgens de bepalingsmethode van de NMD is die impact overigens gelijk aan 0 als er geen tussenbewerkingen plaatsvinden. In het geval van tussenbewerking moet de aanvullende milieu-impact worden meegeteld.
- Modules A1-3 van de tweede levenscyclus komen te vervallen. Het uitsparen van deze modules is equivalent aan het meetellen van module D uit de eerste levenscyclus bij een scenario met 100% hergebruik. Dit levert een impactreductie op.
- Het resterende deel van de levenscyclus van een hergebruikt product volgt de normale regels.



Uit dit model kan de bepalingmethode worden afgeleid voor de milieu-impact van een hergebruikt product. Deze impact bestaat uit twee componenten: 1) de impactreductie in de vorige (eerste) levenscyclus en 2) de resterende impact van het product als het opnieuw wordt toegepast. Hieronder is de bepalingmethode weergegeven in formulevorm. De componenten uit module D zijn in een lichte kleur weergegeven. Die komen te vervallen als module D niet wordt meegeteld.

**Impact van een hergebruikt product =**

|                                                            |   |                                                      |
|------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------|
| + C3,C4,D_vorige levenscyclus_100% hergebruik              | } | <i>Impactreductie in de vorige levenscyclus</i>      |
| - C3,C4,D_vorige levenscyclus_voorspeld scenario           |   |                                                      |
| + A4-C4,D_hergebruikt product (gelijk aan nieuw product)   | } | <i>Resterende impact van een hergebruikt product</i> |
| + aanvullende milieu-impact door reparatie of herfabricage |   |                                                      |

Een voor de hand liggende toepassing van deze bepalingmethode is dat bouwaannemers hem kunnen gebruiken voor hun MPG-berekening als alternatief voor [factor H](#) – een onnauwkeurige tijdelijke oplossing om het voordeel van hergebruik in acht te nemen. Als ze de voorgestelde bepalingmethode gebruiken, kunnen ze uitgaan van de LCA van een nieuw equivalent minus module A1-3. De impactreductie uit de vorige levensduur mogen ze daar dan vanaf trekken. Als er een tussenbewerking plaatsvindt, is het nodig om die mee te nemen in de berekening. De verantwoordelijkheid ligt dan bij de tussenverwerker om deze data aan te leveren. In Bijlage 1 wordt een tool voorgesteld om de impactreductie in de vorige levenscyclus makkelijk uit te rekenen en in Bijlage 2 wordt toegelicht hoe tussenverwerkers de impact van hun proces kunnen vaststellen en beschikbaar stellen voor MPG-berekeningen. Tot slot is het belangrijk om stil te staan bij de implicaties voor bio-based bouwproducten. Daar wordt aandacht aanbesteed in Bijlage 3.

## 4 Bijlages

### 4.1 Bijlage 1 – impactreductie berekenen met Reusemate.com

[Reusemate.com](https://reusemate.com) is een tool waarmee je slooppanden kunt inventariseren, hergebruik kunt registreren en kunnen vaststellen wat de impactreductie is die je met hergebruik en recycling teweegbrengt. De tool is gebaseerd op de bepalingmethode uit hoofdstuk 3. De tool bevat een database met verschillende materiaalstromen waarvoor verwerkingsscenario's zijn gedefinieerd door de NMD (zie de [lijst](#) met forfaitaire waarden). De database bevat voor elk materiaal waarden voor de forfaitaire impact, de impact bij 100% hergebruik en de impact bij 100% recycling in module C3, C4 en D. Die data worden gebruikt om voor elk materiaal de impactreductie vast te stellen bij hergebruik en recycling.

- |                                                  |   |                                  |
|--------------------------------------------------|---|----------------------------------|
| + C3,C4,D_vorige levenscyclus_100% hergebruik    | } | Impactreductie<br>bij hergebruik |
| - C3,C4,D_vorige levenscyclus_voorspeld scenario |   |                                  |
| + C3,C4,D_vorige levenscyclus_100% recycling     | } | Impactreductie<br>bij recycling  |
| - C3,C4,D_vorige levenscyclus_voorspeld scenario |   |                                  |



Hieronder volgt een rekenvoorbeeld waarin de impactreductie wordt berekend in kg CO<sub>2</sub>-uitstoot voor elke kilogram PVC (specifiek in kozijnen) die wordt hergebruikt of gerecycled. Bovenaan staat voor verschillende verwerkingsopties de CO<sub>2</sub>-uitstoot uit module C en D. Daaronder staan voor drie scenario's het percentage waarin de verwerkingsopties voorkomen waaruit de impact van elk scenario volgt. Op basis daarvan wordt rechts onderin de impactsreductie bij hergebruik en recycling berekend.

| CO2-reductie (kg CO2/kg)<br>PVC, kozijnprofielen | Laten zitten | Stort | AVI    | Recycling | Hergebruik | Totaal |
|--------------------------------------------------|--------------|-------|--------|-----------|------------|--------|
| Impact module C3,C4                              | 0.000        | 0.074 | 2.314  | 0.380     | 0.000      |        |
| Impact module D                                  | 0.000        | 0.000 | -0.043 | -1.280    | -3.120     |        |
| Subtotaal                                        | 0.000        | 0.074 | 2.271  | -0.900    | -3.120     |        |
| Forfaitair scenario (%)                          | 0%           | 10%   | 10%    | 80%       | 0%         | 100%   |
| Hergebruik scenario (%)                          | 0%           | 0%    | 0%     | 0%        | 100%       | 100%   |
| Recycling scenario (%)                           | 0%           | 0%    | 0%     | 100%      | 0%         | 100%   |
| Impact forfaitair                                | 0.000        | 0.007 | 0.227  | -0.720    | 0.000      | -0.486 |
| Impact hergebruik                                | 0.000        | 0.000 | 0.000  | 0.000     | -3.120     | -3.120 |
| Impact recycling                                 | 0.000        | 0.000 | 0.000  | -0.900    | 0.000      | -0.900 |
| Reductie bij hergebruik                          |              |       |        |           |            | 3.018  |
| Reductie bij recycling                           |              |       |        |           |            | 0.798  |

In Reusemate bepaal je uit welke materialen en bijbehorende gewichten een product is opgebouwd. Daaruit volgt de impactsreductie van een compleet product zoals bij het volgende voorbeeld.



Hieronder staat een rekenvoorbeeld voor een pvc-kozijn inclusief raam. Voor het gemak is aangenomen dat er naast PVC en glas geen andere materialen in zitten. De totale impactreductie per kozijn, in kg CO<sub>2</sub>, wordt berekend op basis van de impactreductie van de materialen en de aanwezige hoeveelheid materiaal in het product.

| CO2-reductie (kg)<br>kunststof kozijn | PVC    | Glas   | Totaal        |
|---------------------------------------|--------|--------|---------------|
| Reductie bij hergebruik (kg/kg)       | 3.018  | 0.994  |               |
| Reductie bij recycling (kg/kg)        | 0.798  | 0.107  |               |
| Hoeveelheid materiaal (kg)            | 20     | 15     | 35            |
| Reductie bij hergebruik (kg)          | 60.360 | 14.910 | <b>75.270</b> |
| Reductie bij recycling (kg)           | 15.960 | 1.605  | <b>17.565</b> |

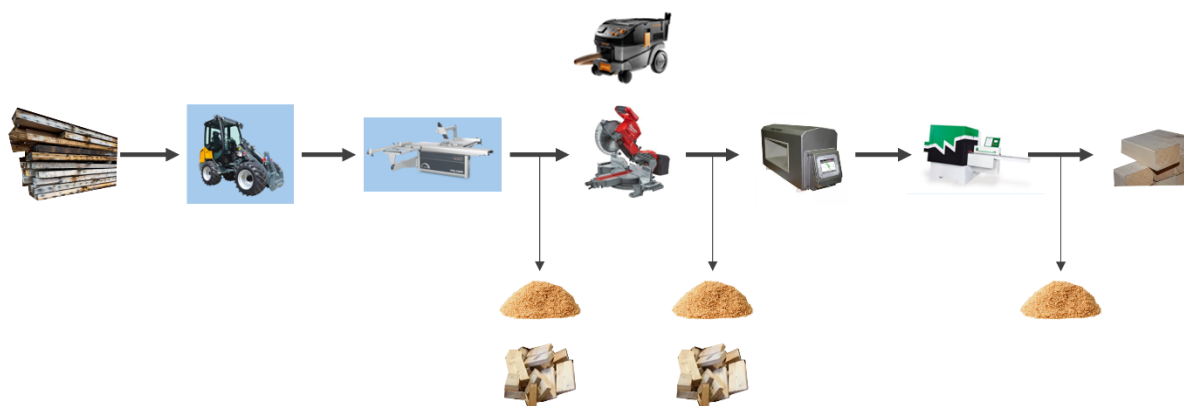


Naam: Raam met kunststof kozijn  
 Aantal en eenheid: 1 stuks  
 Afmetingen in cm (LxBxH): 180 x 10 x 150  
 Demonteerbaarheid: Extra werk  
 Primair materiaal: PVC kunststof, kozijnen  
 Primair materiaal per eenheid: 20 kg  
 Secundair materiaal: glas  
 Secundair materiaal per eenheid: 15 kg

## 4.2 Bijlage 2 – Impact van tussenverwerkers

Als er tussenverwerkingen nodig zijn om een product opnieuw toe te passen, moet de milieu-impact van die verwerkingsstappen in kaart worden gebracht. Als de verwerker een vast proces heeft ingericht, wordt het de moeite waarde om vast te stellen wat de gemiddelde impact is per verwerkte eenheid. Op basis van de bepalingmethode uit hoofdstuk 3 kan die data vervolgens worden gebruikt om de totale milieu-impact van het tweedehands product te berekenen en te laten opnemen in de NMD. Aannemers kunnen de milieu-impact van het product dan makkelijk gebruiken voor hun MPG. [Dispersed](#) is een partij die kan helpen om je product in de NMD te krijgen. Hieronder staan de relevante data om te verzamelen met de herfabricage van sloophout als voorbeeld.

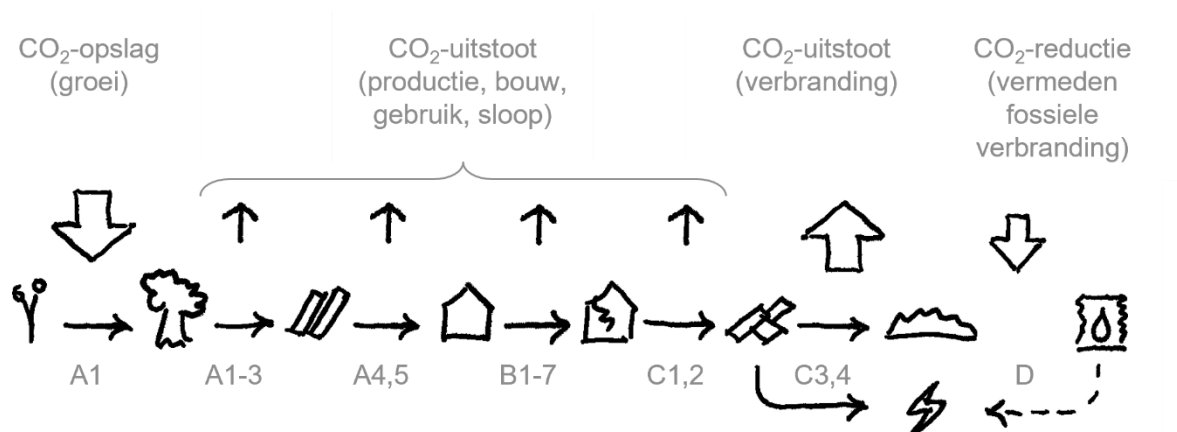
- Welke machines worden gebruikt?
- Wat is de milieu-impact van die machines per tijdseenheid?
- Hoeveel tijd staan de machines aan per eenheid materiaal?
- Welke afvalstromen worden geproduceerd per eenheid materiaal die het proces verlaat?
- Wat is de milieu-impact van het verwerken van die afvalstromen?



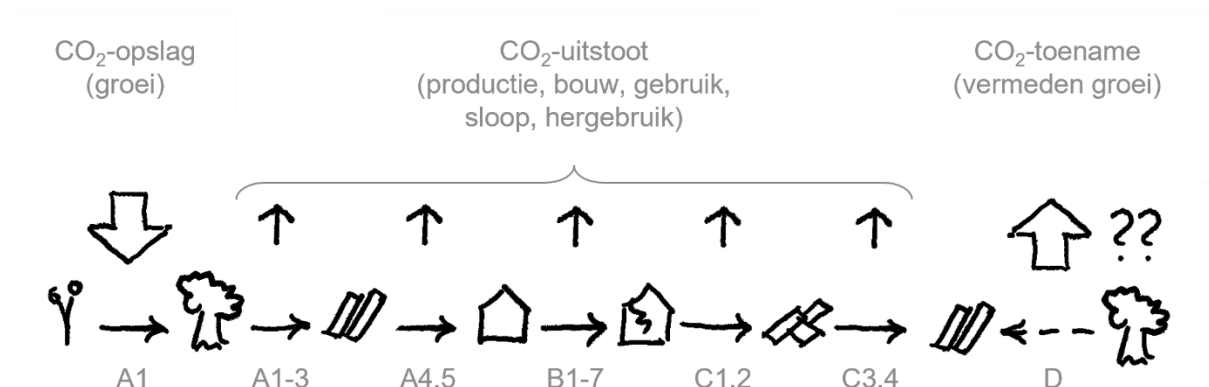


### 4.3 Bijlage 3 – Uitzondering voor hergebruik van biobased materialen

In de algemene bepalingsmethode van de NMD zit een speciale regeling voor biobased producten (zoals hout) om mee te wegen dat bij het verbouwen van hout CO<sub>2</sub> wordt opgenomen uit de lucht. Die negatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt (als positief effect) meegerekend in module A1 van een LCA van hout. In grove lijnen komt de netto biogene CO<sub>2</sub>-uitstoot van een houten product uit op 0 in het geval dat 100% van het hout aan het einde van de levensduur (in module C) wordt verbrand en de opgeslagen CO<sub>2</sub> weer vrijkomt. In het scenario van 100% verbranding valt de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot zelfs iets lager uit door een positief effect in module D omdat met de verbranding van hout energie wordt opgewekt die anders opgewekt zou worden met de verbranding van fossiele brandstoffen.

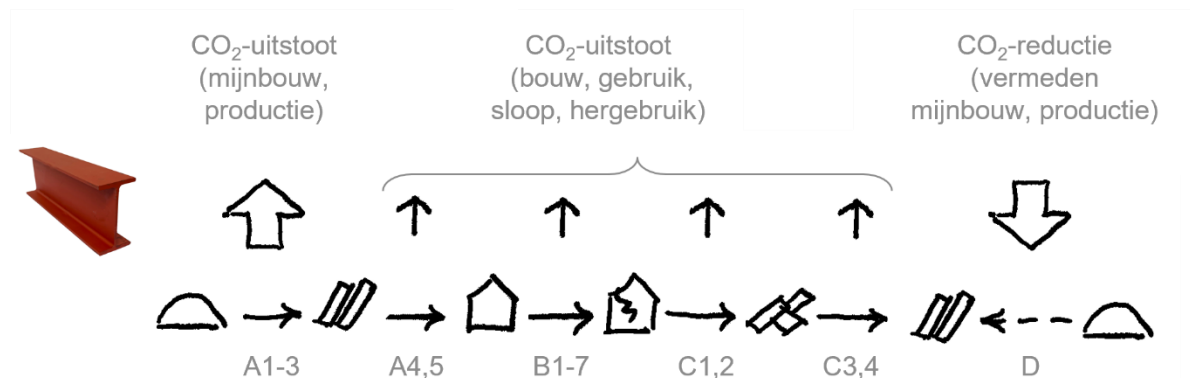


Intuïtief gezien is de milieu-impact lager als je een houten product hergebruikt in plaats van verbrandt. CO<sub>2</sub> die aan het begin van de eerste levenscyclus is opgeslagen, wordt dan immers nog een levenscyclus uit de lucht gehouden in plaats van dat het vrijkomt bij verbranding. Door een fout in de logica van de algemene bepalingsmethode is het echter minder gunstig om hout te hergebruiken dan te verbranden door de impact van hergebruik in module D – die is bij biobased producten namelijk gelijk aan het verbranden van hout, maar dan zonder de meevaller door uitgespaarde fossiele brandstof. Zie de onderstaande afbeelding. De logica hierachter is, dat door het hergebruiken van hout, er minder nieuw hout nodig is waardoor er zogenaamd minder hout verbouwd wordt en CO<sub>2</sub>-opslag niet plaatsvindt die anders wel zou plaatsvinden.



**Rare logica uit de bepalingsmethode van de NMD**

Deze redenatiefout ontstaat doordat bij module D dezelfde logica wordt gehanteerd bij biobased materialen als bij andere materialen zonder rekening te houden met het feit dat deze logica niet helemaal opgaat in het geval dat er CO<sub>2</sub>-opslag plaatsvindt. In de onderstaande afbeelding is weergegeven hoe module D werkt voor bijvoorbeeld staal: als staal wordt hergebruikt, is er minder nieuw staal nodig en hoeft er in module A1-3 van de volgende levenscyclus minder ijzererts gemijnd te worden en minder staal geproduceerd te worden waardoor CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt vermeden.



Voor hout geldt ook dat als het wordt hergebruikt, er minder hout gekapt, gezaagd en geschaafd hoeft te worden, waardoor CO<sub>2</sub>-uitstoot uit deze processen (A1-3) wordt vermeden. Wat echter niet per se wordt vermeden, is de CO<sub>2</sub>-opslag uit module A1. Deze CO<sub>2</sub>-opslag heeft al plaatsgevonden tijdens de groei van de boom, voordat wordt besloten om hem om te hakken. Ervan uit gaande dat we niet ineens alle bossen gaan kappen en verbranden als de vraag naar nieuw hout verdwijnt, komt het er op neer dat CO<sub>2</sub> niet in bouw-hout wordt opgeslagen maar wel blijft opgeslagen in het bos. De CO<sub>2</sub>-toename in module D is volgens deze logica gelijk aan 0 omdat vermeden CO<sub>2</sub>-opslag in hout wordt gecompenseerd door CO<sub>2</sub>-opslag in het bos. Zie de onderstaande afbeelding. Dit is de rekenmethode die in Reusemate wordt toegepast voor het berekenen van de impactreductie bij het hergebruiken of recycleren van biobased producten.

