

CO<sub>2</sub> ketenanalyse PuurWonen 2:  
Downstream

**Primum**  
Podium 9, 3826 PA Amersfoort  
Postbus 64, 7450 AB Holten  
T +31 88 186 99 00  
[www.primum.nl](http://www.primum.nl)

---

## Rapport

**project** VW BVGO - CO<sub>2</sub>-Prestatieladder  
**projectnummer** 193857  
**projectverantwoordelijke** Christine Wortmann

**opdrachtgever** VolkerWessels Bouw & Vastgoedontwikkeling  
**contactpersoon** Thomas Heye

**status** Definitief  
**auteur** Kamiel Jansen

**paraaf**   
**gecontroleerd** Christine Wortmann

**datum** 3 april 2020  
**referentie** 193857\_R\_KJN\_0100

---



## Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1 Toelichting keuze onderwerpen	3
1.2 Leeswijzer	4
<b>2 Doelstelling</b>	<b>5</b>
<b>3 Scope</b>	<b>6</b>
<b>4 Systeemgrenzen</b>	<b>7</b>
<b>5 Allocatie</b>	<b>9</b>
<b>6 Datacollectie en datakwaliteit</b>	<b>11</b>
<b>7 Kwantificeren van emissies</b>	<b>12</b>
7.1 Gebruik van de woning	12
7.2 Sloop	12
7.3 Afvalverwerking	13
7.4 Totaal downstream keten	14
<b>8 Onzekerheden</b>	<b>16</b>
8.1 Onzekerheden in de analyse	16
<b>9 Reductiemogelijkheden</b>	<b>17</b>
9.1 Beoordeling mogelijkheden	18
<b>10 Bronvermelding</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage 1 Datakwaliteit</b>	<b>20</b>



## 1 Inleiding

VolkerWessels BVGO werkt continu aan het steeds slimmer en duurzamer maken van woningen. Dit heeft in het verleden geresulteerd in de woonconcepten PlusWonen, MorgenWonen en ZuiverWonen. De focus op innovatie en verduurzaming van het bouwproces komt duidelijk naar voren in het recent geïntroduceerde woonconcept PuurWonen. In dit concept zijn de geleerde lessen op het gebied van duurzaamheid en CO<sub>2</sub>-uitstoot (over de totale levenscyclus) van de twee woonconcepten verwerkt. Voor de ontwikkeling van PuurWonen zijn circulaire bouwprincipes als uitgangspunt genomen.

PuurWonen is ontworpen op basis van de volgende principes:

- Energienotanu: de woning wekt voldoende energie op, zodat deze volledig in het energiegebruik van de bewoners kan voorzien
- Zoveel mogelijk duurzame en biobased bouwmaterialen, waaronder:
  - Hout constructie
  - Houtvezelisolatie
  - Bio-EPS
  - Leemstuc
  - Houtenkanaalplaatvloeren
- Prefab elementen worden met droge schroefverbindingen bevestigd, zodat demontage wordt vergemakkelijkt
- Lichte bouwconstructie
- Minimale bewerking op de bouwplaats, waardoor overlast voor de omgeving wordt voorkomen
- Droog gemonteerd en demontabel

Deze analyse maakt het effect van bovenstaande uitgangspunten op de levenscyclus van de PuurWonen inzichtelijk. Er is bewust voor gekozen om voor hetzelfde format, als bij de analyses van de PlusWoning en MorgenWonen. Op deze manier zijn de uitkomsten goed met elkaar te vergelijken.

Het PuurWonen concept is ontwikkeld, maar is ten tijde van het opstellen van deze memo nog niet gebouwd. De planning is dat in 2020 de eerste testwoningen gebouwd gaan worden. Daarom zijn voor deze analyse in sommige fases aannames gemaakt. Waar dit gebeurd is, wordt duidelijk vermeld in de rapportage. Er is daarbij uitgegaan van het *worst case* scenario, oftewel veilige aannames.

### 1.1 Toelichting keuze onderwerpen

Voor de ketenanalyse heeft VolkerWessels BVGO haar Scope 3 emissies inzichtelijk gemaakt volgens de methode zoals beschreven in het GHG Protocol. De gehanteerde methode en de uitkomst van de inventarisatie wordt uitgebreid beschreven in de Memo Meest Materiële Emissies. De volgende emissiecategorieën zijn, gelet op de omvang van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en mate van invloed van VolkerWessels BVGO, het meest materieel:

1. Winnen en produceren van bouwmaterialen
2. Energiegebruik van gebouwen tijdens de levensduur
3. Afvalverwerking aan het einde van de levensduur
4. Uitbestede verwerking van geproduceerd afval



5. Ingekochte kapitaalgoederen
6. Uitbesteed transport- en distributieactiviteiten

Om het onderzoek vergelijkbaar te houden is ervan uitgegaan dat voor PuurWonen dezelfde emissiecategorieën materieel zijn. Daarom richt deze ketenanalyses zich richt op vier van de meest materiële emissiecategorieën.

**Ketenanalyse 1** is gericht op het 'upstream-deel' van de waardeketen: het vervaardigen van de bouwmaterialen (meest materiële categorie 1), het transport (categorie 6) en de bouw van de woning.

**Ketenanalyse 2** is gericht op het 'downstream-deel' van de waardeketen: het energiegebruik tijdens de levensduur (categorie 2) en de sloop en afvalverwerking aan het einde van de levensduur (categorie 3).

Dit document beschrijft Ketenanalyse PuurWonen 2: Downstream. Voor de eerste ketenanalyse zie het document Ketenanalyse PuurWonen 1: Upstream.

## 1.2 Leeswijzer

Dit document maakt samen met de Ketenanalyse PuurWonen 1 deel uit van de implementatie van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder voor VolkerWessels BVGO.

Tabel 1: Leeswijzer

Hoofdstuk	Inhoud
2 Doelstellingen	Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
3 Scope	Onderwerp van de ketenanalyse
4 Systeemgrenzen	Reikwijdte van de ketenanalyse
5 Allocatie	Toekennen van emissies aan delen van de keten
6 Datacollectie	Methode van dataverzameling en bronnen van informatie
7 Kwantificeren van CO <sub>2</sub> -emissies en resultaten	Berekening en analyse van de CO <sub>2</sub> -uitstoot in de keten
8 Onzekerheden	Onzekerheden en verbetermogelijkheden voor de analyse
9 Reductiemogelijkheden	Kansen om CO <sub>2</sub> te reduceren die voortkomen uit de ketenanalyse en reductiedoelstellingen die vastgesteld zijn
10 Bronvermelding	Gebruikte bronnen



## 2 Doelstelling

Deze ketenanalyse wordt uitgevoerd om inzicht in de meest materiële Scope 3 emissies te vergroten en om CO<sub>2</sub>-reductiekansen te identificeren. Aan de hand van de reductiekansen kunnen concrete reductiedoelstellingen en bijbehorende maatregelen geformuleerd worden die VolkerWessels BVGO samen met haar ketenpartners kan gaan implementeren. Met behulp van het energiemanagementsysteem van VolkerWessels BVGO wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies en wordt de voortgang ten opzichte van de doelstelling gemonitord.

VolkerWessels BVGO heeft de ambitie om het concept PuurWonen nog verder te verduurzamen. Naar aanleiding van de uitkomsten van de analyse zal een vervolgtraject starten met ketenpartners, waarin de reductiemogelijkheden verder uitgewerkt en getoetst worden.



### 3 Scope

Het kernproces van VolkerWessels Bouw- en Vastgoedontwikkeling is het realiseren van woning- en utiliteitsbouw. VolkerWessels BVGO ontwikkelt ook woonconcepten in eigen beheer. Voor deze concepten geldt dat VolkerWessels BVGO zeer veel invloed heeft op de samenstelling van de woning. Uit de analyse van meest materiële emissies blijkt dat de meeste CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt veroorzaakt door de bouwmaterialen (zowel tijdens productie als bij het einde van de levensduur) en het energiegebruik van gebouwen. Deze beide factoren zijn door VolkerWessels BVGO goed te beïnvloeden, aangezien zij verantwoordelijk is voor de materiaalkeuze, bouwmethode en het installatie- en isolatiepakket van de woning.

Het terugdringen van de energiebehoefte gedurende de levensduur is een duidelijke motivatie geweest voor de ontwikkeling van het MorgenWonen concept. Het PuurWonen concept is daar op doorontwikkeld. PuurWonen is daarom, net als MorgenWonen, een Energienota-Nul woning. Daarnaast wordt ook voor PuurWonen een zo kort mogelijke bouwtijd met zo min mogelijke bewerkingen op de bouwplaats gehanteerd. De prefab-constructies worden droog en demontabel gemonteerd. Daarnaast is het bouwconcept ontworpen conform de circulaire bouwprincipes, waarbij gebruik is gemaakt van zoveel mogelijk natuurlijke en gezonde materialen. Deze materialen zijn in een later stadium goed te hergebruiken. Deze materialen zijn onder andere:

- een houten draagconstructie;
- houten kanaalplaatvloeren;
- houtvezelisolatie;
- BIO-EPS;
- Leemstucplaten met leemstuc.

De uitwerking van deze principes heeft een positieve impact op de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten. Bijvoorbeeld bij de lage impact van gebruikte bouwmaterialen, het gebruik van de woning door de bewoners en door de mogelijkheden bij het einde van de levensduur van de woning (zoals hergebruik na demontage of aanpassing aan nieuwe functionaliteit).

De prestaties van het PuurWonen concept worden vergeleken met twee bestaande energiezuinige woonconcept van VolkerWessels: MorgenWonen en de PlusWonen. Ook biedt de analyse waardevol inzicht dat gebruikt kan worden om de invulling van de principes nog verder te verbeteren en de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten verder te reduceren.

Tabel 2: Gegevens PuurWonen

PuurWonen	
Type	1 Tussenwoning platdak
Locatie	n.t.b.
Afmeting	5700x9000mm
GBO	125 m <sup>2</sup>
BVO	165 m <sup>2</sup>
Bruto inhoud	474 m <sup>3</sup>
Levensduur	75 jaar



## 4 Systeemgrenzen

Deze ketenanalyse richt zich op het downstream deel van de keten: vanaf het moment dat de woning in gebruik wordt genomen tot aan het einde van de levensduur ('gate to grave'). Daarbij wordt uitgegaan van een levensduur van 75 jaar. De ketenstappen vóór 'Gebruiksfase' (upstream) worden beschreven in de eerste Ketenanalyse.



Figuur 1: Ketenstappen in downstream keten

Per ketenstap wordt in onderstaand overzicht benoemd welke ketenpartners een rol spelen en welke emissies worden veroorzaakt.

Tabel 3: Ketenpartners en emissies per ketenstap

Ketenstap	Ketenpartner	Veroorzaakte emissies	
		Scope 1 en 2	Scope 3
Gebruiksfase	Bewoner van de woning	Geen	Energiegebruik van de woning tijdens de levensduur Winning en productie vervangende zonnepanelen
Sloop	Sloopbedrijf Transportbedrijf	Geen	Energiegebruik tijdens sloop Brandstofverbruik afvaltransport
Afvalverwerking	Afvalverwerkingsbedrijf Nieuwe gebruiker materialen	Geen	Energiegebruik tijdens afvalverwerking of recycling

VolkerWessels BVGO zal naar verwachting geen aandeel hebben in de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor deze ketenstappen. Het is namelijk onzeker of zij een rol zal hebben in de vervanging van de panelen, de sloop van de woning of bij het hergebruiken of recycleren van vrijkomende bouwmaterialen na het einde van de levensduur.



De volgende ketenpartners zijn betrokken bij de downstream keten van de PuurWoning:

Tabel 4: Rol ketenpartners in project PuurWonen

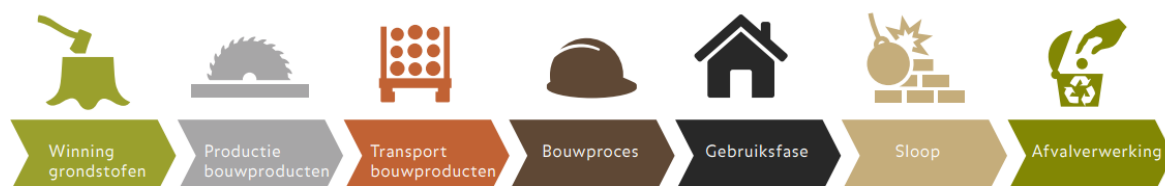
<b>Ketenpartner</b>	<b>Rol</b>
Bewoner	Gebruik van de woning, gebruik van elektriciteit en warmte
Installateur	Vervangen zonnepanelen na 25 jaar
Sloopbedrijf	Sloop en demontage van de woning na 75 jaar levensduur
Afvalverwerker	Recycling, verbranding of stort van vrijkomend afval
Nieuwe gebruiker	Direct hergebruik van vrijkomende materialen
Transportbedrijf	Transport van afval, materieel en personeel voor sloop en afvalverwerking





## 5 Allocatie

In deze analyse wordt de ketenstap 'afvalverwerking' meegenomen. Tijdens afvalverwerking komt het regelmatig voor dat een bepaald materiaal wordt gerecycled of hergebruikt en zo een tweede levenscyclus ingaat. Dit is een belangrijke stap richting een circulaire levenscyclus. In de figuren hieronder wordt het verschil tussen een lineaire en een circulaire levenscyclus duidelijk (zie figuur 3 en 4).



Figuur 2: Lineaire levenscyclus



Figuur 3: Circulaire levenscyclus

In geval van hergebruik of recycling is het van belang om te bepalen hoe de uitstoot, gerelateerd aan het recycling- of hergebruik-proces, wordt toegekend of verdeeld over de eerste en tweede levenscyclus (de allocatie van de emissies).

Een kenmerkende eigenschap van de PuurWonen woning is dat deze gemaakt is van een prefab houten constructie, die wordt gemonteerd met behulp van schroeven en bouten. Dit betekent



dat de individuele bouwdelen aan het einde van de levensduur makkelijk weer van elkaar te scheiden zijn. Doordat de bouwdelen intact blijven kunnen zij, anders dan bij een traditionele sloop, makkelijker direct hergebruikt worden op een andere locatie. Dit geldt met name voor de prefab casco elementen zoals vloeren, gevels en muren. Alle uitstoot gerelateerd aan de demontage is reeds meegenomen in de ketenstap Sloop.

Het einde van de levensduur geschiedt pas over 75 jaar en is daarom is de CO<sub>2</sub>-uitstoot onzeker. Vanwege deze onzekerheid is er in deze analyse voor gekozen om ook voor de direct herbruikbare delen uit te gaan van afdanking volgens het conventionele afvalverwerkingsproces. Dit is gedaan op basis van de huidige stand der techniek, conform de bepalingmethode<sup>1</sup>. De bijbehorende uitstoot is berekend op basis van de kentallen en bijbehorende allocatiemethode uit de Nationale Milieudatabase. In onderstaand overzicht is te zien welke afvalscenario's gehanteerd zijn voor de in de woning verwerkte materialen<sup>2</sup>.

Tabel 5: Overzicht afvalverwerkingsproces per materiaal in percentages

Materiaal	Stort	AVI	Recycling/ downcycling	Hergebruik
Elastomeren (o.a. epdm)	10	85	5	0
Fijn keramisch	15	0	80	5
Glas (vlak glas)	30	0	70	0
Hout schoon	10	85	5	0
Hout verontreinigd	10	90	0	0
Koper elektriciteitsleidingen	10	5	85	0
Kunststoffen, overig o.a. leidingen	0	90	10	0
Kunststoffen via restmateriaal	20	80	0	0
Metalen	5	5	90	0
Organisch, overige o.a. isolatie	5	95	0	0
Organisch via restmateriaal	15	85	0	0
Plaatmateriaal, 'schoon'	5	85	10	0
Polyolefine (o.a. PP, PE)	10	85	5	0
Staal, licht	1	0	87	12
Staal, zwaar	0	0	51	49
Steenachtig, overig	1	0	99	0
Zand, grond	1	0	0	99

<sup>1</sup> Bepalingmethode Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken v3.0 januari 2019. De berekeningswijze voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken gedurende hun gehele levensduur, gebaseerd op de EN 15804



## 6 Datacollectie en datakwaliteit

De eerste PuurWonen woning moeten nog worden gebouwd. Het ontwerp is al wel in een vergevorderd stadium. Tijdens het opstellen van de analyse werd door VolkerWessels BVGO gewerkt aan een vergevorderd (VO) Voorlopig Ontwerp. Hierdoor is er nog niet van al de fases gedetailleerde informatie beschikbaar.

Voor gegevens en analyse van de bouwmaterialen is gebruik gemaakt van de volgende databases:

1. Nationale Milieudatabase (versie 2.3)
2. EcoInvent (versie 3.4)

In deze profielen zit de productie en de afvalverwerking van de producten.

CO<sub>2</sub>-uitstoot uit elektriciteitsverbruik en transport is vastgesteld aan de hand van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder.

Voor meer informatie over deze databases, zie bijlage 1.



## 7 Kwantificeren van emissies

Op basis van de verzamelde informatie is per ketenstap bepaald hoeveel CO<sub>2</sub>-uitstoot de PuurWonen veroorzaakt.

### 7.1 Gebruik van de woning

De woning is gebouwd op basis van het energienotanul concept met een verwachte opbrengst van circa 5.000 kWh per jaar uit duurzame installaties. Op basis van een gemiddeld gebruikersprofiel van een doorsnee gezin is het, met bewust gebruik van de woning, mogelijk om hiermee volledig in de energiebehoefte van de woning te voorzien.

De CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van de winning, productie en aanleg van de zonnepanelen en de verwarmingsinstallatie is meegenomen in de upstream ketenanalyse. De verwachte levensduur van de panelen en verwarmingsinstallatie is echter 25 jaar. Dit betekent dat de zonnepanelen op basis van huidige technieken tweemaal vervangen moeten worden gedurende de levensduur. Deze uitstoot is in kaart gebracht voor de gebruiksfase, inclusief de afvalverwerking van de oude panelen.

Tabel 6: Uitstoot tijdens gebruiksfase

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Duur	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
Energieopwekking	5.000	kWh/jaar	75 jaar	0
Vervanging van de PV-panelen (incl. omvormer) en verwarmingsinstallatie	2	cycli	-	21,4
<b>Totaal</b>				<b>21,4</b>

Door het vermeden elektriciteitsverbruik is de volgende uitstoot bespaard (uitgaande van de huidige stroommix en een CO<sub>2</sub>-impact van 0,556 kg per kWh). Zie onderstaande tabel.

Tabel 7: Vermeden uitstoot tijdens gebruiksfase

Onderdeel	Hoeveelheid	Eenheid	Duur	Vermeden uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
Grijze stroom	5.000	kWh/jaar	75 jaar	-209

De uitstoot in de gebruiksfase is door het energienotanul-concept zeer laag vergeleken met een gemiddelde woning. Waar bij een gemiddelde woning de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de gebruiksfase een veelvoud is van de andere fasen (met name de winning en productie), is dit bij PuurWonen niet het geval.

### 7.2 Sloop

Het slopen van de PuurWonen woning gaat naar verwachting anders dan bij een gemiddelde woning. Omdat de individuele bouwdeelen volledig mechanisch gemonteerd zijn, zijn deze aan het einde van de levenscyclus makkelijk en snel te demonteren. Voor de analyse is daarom de aanname gedaan dat het sloopproces op een gelijke manier verloopt als het bouwproces, maar in omgekeerde volgorde en met een kleiner team van mensen. Voor het transport van de vrijkomende materialen is uitgegaan van het gewicht van de materialen, zoals bepaald in de



Upstream analyse. Van het feit dat de gegevens hiervan nog niet bekend zijn bij het opstellen van deze rapportage is ervan uitgegaan dat deze gegevens gelijk zijn aan die van MorgenWonen.

Tabel 8: Uitstoot tijdens sloop

Onderdeel		Hoeveelheid	Eenheid	Uitstoot in ton CO <sub>2</sub>
Energiegebruik	Elektriciteitsverbruik bouwaansluiting	3.900	kWh	1,8
	Graafmachine/shovel	80	draaiuur	0,6
	Hoogwerkers	108	draaiuur	0,7
	Kraan	108	draaiuur	2,6
Transport	Transport materieel, hekken, keet	96	ton	0,2
	Woon-werkverkeer personeel	1	voertuig	0,3
Afval	Afvoer voor hergebruik/ afvalverwerking	187	ton	1,8
<b>Totaal voor 12 huizen</b>				<b>8,0</b>
<b>Totaal voor 1 huis</b>				<b>0,7</b>

Door het simpele sloopproces kan de sloop snel en met weinig energie en mensen verlopen. Hierdoor blijft de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de sloopfase zeer laag.

### 7.3 Afvalverwerking

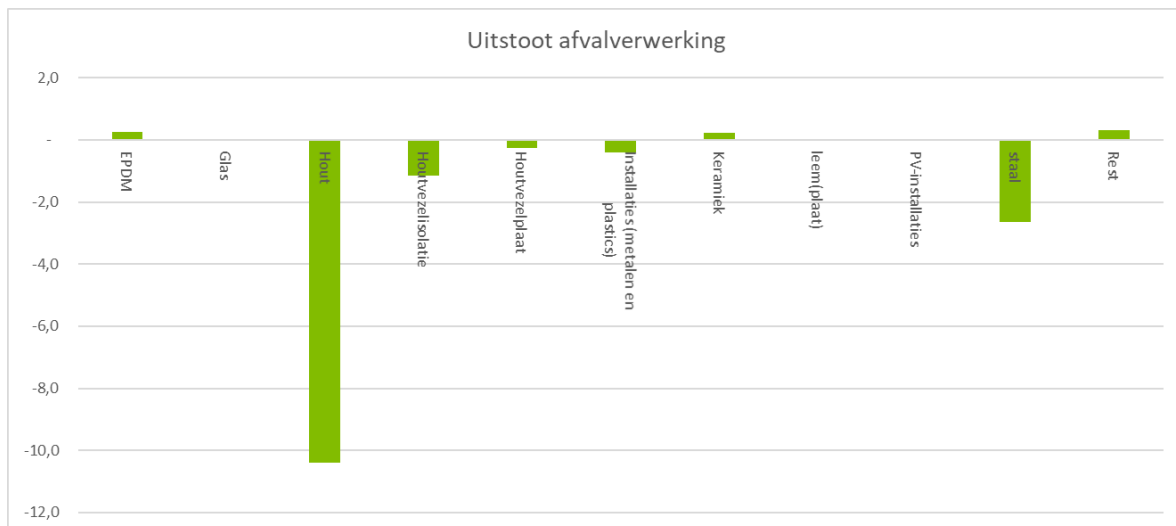
De CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de afvalverwerking van de vrijkomende materialen is bepaald aan de hand van de methode zoals beschreven in Hoofdstuk 5. Er wordt aangenomen dat de materialen worden gerecycled, gestort of verbrand, waarbij is uitgegaan van de huidige stand der techniek.

Tabel 9: Uitstoot tijdens afvalverwerking

Materiaal	kg gewicht	Uitstoot in kg CO <sub>2</sub>
EPDM	196	268,1
Glas	651	-0,3
Hout	17.883	-10.383,6
Houtvezelisolatie	2.386	-1.152,4
Houtvezelplaat	359	-249,1
Installaties (metalen en plastics)	381	-390,4
Keramiek	740	239,9
leem(plaat)	21.304	29,0
PV-installaties	660	14,6
staal	2.936	-2.654,7
Rest	5.112	323,7
<b>Totaal</b>	<b>52.608</b>	<b>-13.955</b>



Vanwege de positieve effecten van recycling is de CO<sub>2</sub>-uitstoot, geldt voor een aantal materialen een negatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dat geldt voor materialen die veelvoudig en efficiënt gerecycled kunnen worden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij staal (100% recyclebaar) en delen van de PV-panelen. Hetzelfde geldt voor materialen die verbrand (vaak houtachtige producten) worden, omdat deze in Nederland verbrand worden doormiddel van AVI, waarmee energie wordt opgewekt.



Figuur 4: Uitstoot tijdens afvalverwerking in ton CO<sub>2</sub>

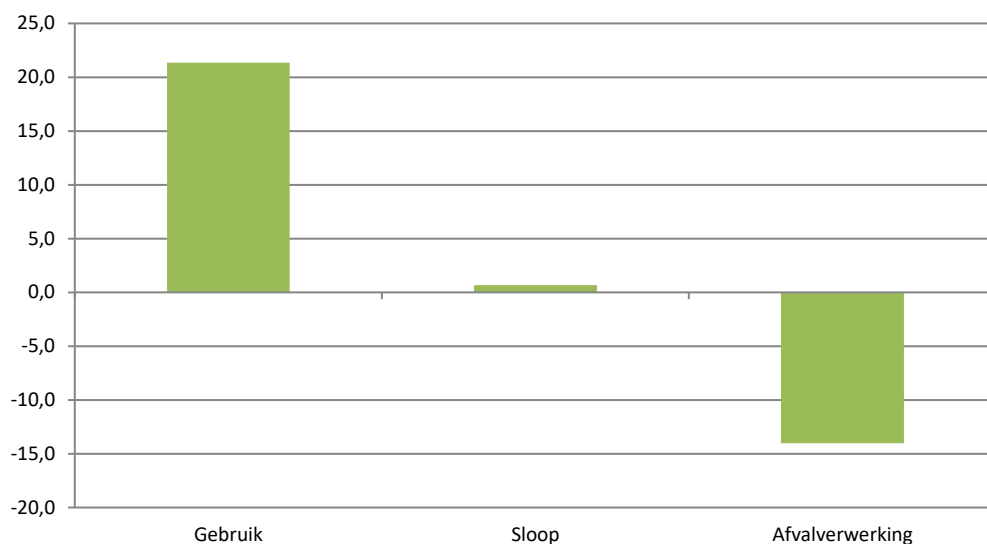
De positieve effecten van recycling zijn bij de PuurWoning zodanig groot dat de uitstoot, als gevolg van de afvalverwerking van de andere materialen, meer dan gecompenseerd wordt. Ten opzichte van de andere ketenstappen gaat het echter om een geringe hoeveelheid CO<sub>2</sub>-emissies.

#### 7.4 Totaal downstream keten

Op basis van de hierboven beschreven ketenstappen is de totale uitstoot in de downstream keten vastgesteld.



## Uitstoot downstream keten



Figuur 5: Uitstoot totale downstream keten

De gebruiksfase van de woning veroorzaakt verreweg de meeste uitstoot. Dit is niet verwonderlijk, gezien de zeer lange duur van deze fase (75 jaar). Deze uitstoot wordt volledig veroorzaakt door het twee maal vervangen van de zonnepanelen en het vervangen van de verwarmingsinstallatie. Deze uitstoot is met 21,4 ton CO<sub>2</sub> echter vele malen kleiner dan de vermeden uitstoot van 209 ton CO<sub>2</sub>. Dat zou het totaal zijn wanneer grijze elektriciteit van het net werd gebruikt. De uitstoot in de gebruiks- en sloopfases wordt bovendien gecompenseerd door de positieve bijdrage die de afvalverwerking levert aan de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot, vanwege de efficiënte recycling van staal en de energie die wordt opgewekt bij de verbranding van organische producten (hout, houtvezelisolatie, etc).



## 8 Onzekerheden

### 8.1 Onzekerheden in de analyse

De belangrijkste onzekerheid in de downstream analyse is de ontwikkeling van de stand der techniek gedurende de levensduur van 75 jaar. Wat er na deze periode met de woning gebeurt en op welke manier eventuele vrijkomende materialen worden hergebruikt of worden gerecycled is sterk afhankelijk van de technologische ontwikkelingen. Of de gehanteerde afvalscenario's daadwerkelijk gehanteerd worden is moeilijk vast te stellen. De ontwikkeling en daarmee levensduur van zonnepanelen gaat momenteel zeer snel. Die ontwikkeling zal een belangrijke invloed hebben op de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de levensduur. We zijn hierbij uitgegaan van de huidige stand van zaken/techniek, waarmee de resultaten aan de veilige kant zitten. Zo wordt voorkomen dat we te gunstig rekenen met een toekomstige scenario (conservatieve benadering).

Het daadwerkelijke energiegebruik en gedrag van de toekomstige bewoners is daarnaast ook onzeker. Op basis van uitgevoerde berekeningen van een gemiddeld energiegebruik met de huidige installaties en apparaten in de woning is het goed mogelijk om energieneutraal te wonen. De bewoners zullen hun gedrag hier dan wel op aan moeten passen. Om dit zoveel mogelijk te stimuleren zal VolkerWessels bij oplevering van de woning een handleiding meeleveren en de bewoners voorlichten over het optimaal benutten van de duurzame installaties en het juiste gebruiksgedrag. In de toekomst zal het energieverbruik van de bewoners naar verwachting verder dalen doordat elektrische apparaten steeds zuiniger worden.

Daarnaast is het proces van sloop en demontage van de woning nog onzeker. De getallen hiervan zijn gebaseerd op de ketenanalyse van MorgenWonen. Mogelijk is de impact voor PuurWonen lager omdat de elementen een stuk lichter zijn, waardoor er minder zwaar materieel nodig is.





## 9 Reductiemogelijkheden

Op basis van de analyse en de bijdrage van de individuele onderdelen aan de totale uitstoot zijn mogelijke reductiemaatregelen geïnventariseerd. De reductiemaatregelen die naar verwachting het meest opleveren zijn de maatregelen die zich richten op de herbruikbaarheid van materialen. De grootste reductiepotentie bevindt zich daardoor vóóran de keten. Vanwege de onzekerheid van de stand der techniek over 75 jaar en het ontbreken van invloed van VolkerWessels op deze verre toekomst, zijn reductiepercentages moeilijk in te schatten.

Tabel 10: Overzicht reductiemogelijkheden

Onderdeel	Maatregel
Gebruiksfase	Afvoeren pv-panelen voor recycling bij vervanging (terugname garantie regelen bij fabrikant)
	Bewonersbegeleiding bij oplevering
	Displays installeren zodat bewoners actueel het energieverbruik kunnen zien
	Vorbereiden elektrisch laadpunt voor auto als stoep open ligt voor ander werk
Bouwplaats tijdens sloop	Duurzame bouwaansluiting via PCH met Nederlandse windstroom
	Duurzame bouwplaats
	Verminderen afval, verhogen afvalscheiders
	Combineren van logistiek heen en retour Meer afval/bouwdelen per vrachtwagen
Afvalscenario	Garanderen dat bij het einde van de levensduur van het gebouw de producten hoogwaardig hergebruikt kunnen worden.
	Indien gebouwonderdelen en/of producten niet hergebruikt kunnen worden zorgen dat deze hoogwaardig gerecycled worden.



## 9.1 Beoordeling mogelijkheden

Om bij te dragen aan een goede afweging van alle reductiemogelijkheden (van beide ketenanalyses) is een trade-off-matrix gemaakt van de meest kansrijke maatregelen. In de trade-off-matrix wordt het effect van een maatregel (positief, neutraal of negatief) op vier variabelen inzichtelijk gemaakt:

1. Het effect van de maatregel op de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de keten
2. De kosten van de maatregel
3. Bijdrage aan circulariteit
4. Biodiversiteit en ecologische kwaliteit

Tabel 11: Beoordeling maatregelen op effect: ++ (zeer positief), + (positief), 0 (neutraal), - (negatief)

Maatregel	CO <sub>2</sub> - uitstoot	Kosten in €	Circulariteit	Biodiversiteit
1. Gerecycled staal en ander metalen toepassen	++	+	++	0
2. Hergebruikte materialen toepassen	++	-	++	0
3. Duurzame bouwaansluiting	+	0	0	0
4. Duurzame bouwplaats	+	0	0	+
5. Planten lokale boom, planten die insecten aantrekken	0	0	0	++
6. Optimaliseren productieproces producten (o.b.v. LCA's)	+	-	+	0
7. Optimaliseren einde levensfase van de gebruikte producten	+	+	++	0
8. Toepassen van BouwHub	+	+	0	0



## 10 Bronvermelding

### Documentatie

Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen	Handboek CO2-Prestatieladder 3.0, 10 juni 2015
GHG-protocol	Corporate Accounting & Reporting standard Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard Product Accounting & Reporting Standard
NEN-EN-ISO 14044	Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines
NEN-EN 15804:2012 en	Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten
EcoInvent v3.4	<a href="http://www.ecoinvent.org">www.ecoinvent.org</a>
SBK Nationale Milieudatabase	Nationale Milieudatabase B&U (versie 2.3), <a href="http://www.milieudatabase.nl">www.milieudatabase.nl</a>

De opbouw van dit document is gebaseerd op de Corporate Value Chain (Scope 3) Standaard. Daarnaast is, waar nodig, de methodiek van de Product Accounting & Reporting Standard aangehouden (zie de onderstaande koppelingstabel).

Corporate Value Chain (Scope 3) Standard	Product Accounting & Reporting Standard	Ketenanalyse:
H3. Business goals & Inventory design	H3. Business Goals	Hoofdstuk 2
H4. Overview of Scope 3 emissions	-	Zie 'Memo meest materiële emissies'
H5. Setting the Boundary	H7. Boundary Setting	Hoofdstuk 3 & Hoofdstuk 4
H6. Collecting Data	H9. Collecting Data & Assessing Data Quality	Hoofdstuk 6
H7. Allocating Emissions	H8. Allocation	Hoofdstuk 5
H8. Accounting for Supplier Emissions	-	Onderdeel van implementatie van CO2-Prestatieladder niveau 5
H9. Setting a reduction target [...]	-	Hoofdstuk 9



## Bijlage 1 Datakwaliteit

De sterke voorkeur bij de datacollectie ligt bij het gebruik van primaire data. Secundaire (proxy) data worden alleen gebruikt als er geen andere gegevens aanwezig zijn. De volgorde waarin de datacollectie is uitgevoerd staat in de volgende lijst weergegeven:

1. Primaire data op basis van gemeten CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens.
2. Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/energieverbruik. CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt berekend met een CO<sub>2</sub>-conversiefactor.
3. Secundaire data op basis van gemeten CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens.
4. Secundaire data op basis van brandstof/energieverbruik. CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt berekend met een CO<sub>2</sub>-conversiefactor.
5. Secundaire data over CO<sub>2</sub>-uitstoot uit algemene (sector)databases.

Binnen deze ketenanalyse is gebruik gemaakt van de EcolInvent 3.4 database. Deze database bevat veel CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens, voornamelijk over de winning van grondstoffen, productie en transport naar de gebruikslocatie van vele materiaalsoorten. Om een beeld te krijgen van de onzekerheid door het gebruik van deze database is deze getoetst op de criteria zoals genoemd in het *GHG-protocol Product Accounting and Reporting Standard*:

1. Technologisch representatief: De EcolInvent database bevat gegevens over veel verschillende productiemethodes, waardoor meestal gegevens te vinden zijn die technologisch representatief zijn.
2. Temporaal representatief: De EcolInvent database maakt gebruik van gegevens van meestal minder dan 10 jaar oud.
3. Geografisch representatief: Waar mogelijk is gekozen voor productiemethodes representatief voor West-Europa.
4. Compleetheid: De CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
5. Precisie: De CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens in de database zijn gebaseerd op literatuur met veelal een onzekerheid van <5%.

Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de Nationale Milieudatabase. De gegevens worden uit de Nationale Milieudatabase. De Nationale Milieudatabase wordt beheerd door de Stichting Bouwkwaliteit.

1. Technologisch representatief: De Nationale Milieudatabase is opgebouwd uit gegevens die afkomstig zijn uit LCA's. Deze LCA's worden opgesteld in opdracht van de bedrijven en/of brancheverenigingen die de betreffende producten produceren.
2. Temporaal representatief: De Nationale Milieudatabase is in 2019 getest door de SBK. LCA's in de nationale Milieudatabase hebben een geldigheidsduur van 5 jaar.
3. Geografisch representatief: De LCA's die ten grondslag liggen aan de Nationale Milieudatabase zijn uitgevoerd voor de bedrijven en/of branches die in Nederland producten verkopen.
4. Compleetheid: Naast de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de producten worden ook andere milieu-indicatoren beschikbaar gesteld. De CO<sub>2</sub>-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
5. Precisie: De LCA's zijn opgesteld door professionele bureaus, wat een zekere precisie garandeert. Een afwijkingpercentage is niet beschikbaar.