

Onderzoeksrapport
‘Voorstel berekeningsmethodiek om
koolstofvastlegging in biobased
bouwmaterialen te kunnen waarderen’

Colofon

Onderzoeksgegevens

Rapportage: Onderzoek rapportage Berekeningsmethodiek koolstof
vastlegging biobased bouwmaterialen
Projectnummer: 29.21.00044

Opdrachtgever

Opdrachtgever: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Contactpersoon: Dhr. J. Verlinden
Postadres: Postbus 20011
Postcode en plaats: 2500 EA Den Haag

Opdrachtnemer

Opdrachtnemer: SGS Search Ingenieursbureau B.V.
Contactpersoon: Jeroen Kanselaar
Bezoekadres: Meerstraat 2
Postcode en plaats: 5473 AA Heeswijk
Website: www.sgssearch.nl

Colofon rapportage

Adviesteam: dhr. J. Kanselaar / dhr. H. van Ewijk / dhr. B. Casper
Document versie: Versie 11 (Definitief)
Rapportagedatum: 29 juli 2022

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting	4
Inleiding	6
1. Onderzoeksopzet.....	8
Onderzoeksmethodologie	9
Methode	9
2. Biobased materialen en bouwmaterialen.....	10
Definities en bepaling rondom biobased grondstoffen, materialen en producten	10
Koolstofopname, vastlegging en emissie in biobased materialen	11
Europese kader over biobased	12
3. Achtergrond en bepalingen vanuit relevante (LCA) normen en andere bronnen	13
EN 15804+A2 (oktober 2019).....	13
EN 16760:2015 Biobased producten – Levenscyclusanalyse.....	16
EN 16485:2014	18
4. Biogene koolstof in de verschillende fases van de levenscyclus van bouwproducten	20
Uitgangspunten.....	20
Kans op dubbeltellingen.....	23
Kans op overschatting	24
5. Methode voor berekenen van koolstof opname, vastlegging en emissie in biobased materialen 25	
Uitgangspunt.....	25
Hoofdlijnen van de berekeningsmethodiek voor koolstofvastlegging.....	26
De berekeningsformule	26
Componenten uit de berekeningsformule.....	27
Rekenvoorbeeld	32
6. Conclusies en aanbevelingen.....	33
Conclusies.....	33
Aanbevelingen	35
Bijlage 1: Samenstelling projectteam en klankbordgroep	37
Bijlage 2: Notitie voor Klankbordgroep van 2 november 2021	38
Bijlage 3: Notitie voor Klankbordgroep van 3 februari 2022	64
Bijlage 4: Bronnenlijst	73

Samenvatting

Introductie

Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) heeft toegezegd aan de Tweede Kamer om een voorstel te doen hoe de tijdelijke opslag van CO₂ in biobased materialen kan worden gewaardeerd in de nationale systematiek van het bepalen van een milieuprestatie van een bouwproduct. Dit onderzoek is daarin de eerste stap en betreft vaststellen van de technische mogelijkheid van een waardering.

Onderzoeksvraag

Naar aanleiding hiervan is vanuit het ministerie van BZK de volgende onderzoeksvraag gesteld:

Op welke wijze kan de waardering van de CO₂-opslag en -emissie van biobased bouwmaterialen over de hele levenscyclus worden bepaald en verdisconteerd in een milieuprestatie van een bouwproduct?

Het resultaat dient een methodiek te zijn, waarmee het mogelijk is de vastgelegde hoeveelheid koolstof in biobased bouwmaterialen te kunnen waarderen.

Waarderingsformule

Om deze vraag te beantwoorden heeft SGS Search een onderzoek uitgevoerd en een klankbordgroep van experts geraadpleegd over de uitvoering van dit project. De leden van de klankbordgroep hebben gereflecteerd vanuit hun eigen deskundigheid en voorstellen gedaan voor de verbetering van dit project. Er is een berekeningsmethodiek geschreven, in de vorm van een formule, die de waardering van koolstof in biobased materialen kan berekenen en zo antwoord geeft op de onderzoeksvraag. De formule is afhankelijk van diverse variabelen en voorwaarden (die in het tweede deel van de conclusie benoemd worden). Mits de berekening en het proces aan deze eisen voldoen komt er een waardering uit (wcb) van de tijdelijke opslag van biogeen koolstof, uitgedrukt in vermeden emissies kg CO₂, in een specifiek bouw materiaal.

De belangrijkste variabelen van de formule hebben betrekking op:

- de teelt/bosbouw en de oogst
- de verwerkingsscenario's einde leven aan het einde van de levensduur
- de garanties/bewijsvoering van hergebruik na de 1^e toepassing
- de kritieke periode, zijnde de tijdspanne tot aan het jaartal waarin verondersteld wordt dat emissie van CO₂ geen probleem meer is
- de levensduur van het materiaal in de 1^e toepassing
- de levensduur van het hergebruik van het materiaal.

Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat de hoeveelheid biogene koolstof die vastligt in een bouw materiaal, middels de ontwikkelde berekeningsmethodiek kan worden berekend voor de periode dat deze biogene koolstof vastligt in het materiaal dat in de handel wordt gebracht. De berekening heeft daarbij betrekking op zowel de eerste toepassing als eventueel hergebruik.

Het is een beleidsvraagstuk om te bepalen hoe deze berekeningsmethodiek een plek krijgt in de huidige systematiek. De aandachtspunten en bezwaren die door diverse klankbordgroepleden zijn aangedragen, zoals het voorkomen van (boekhoudkundige) dubbeltellingen, het (onjuist) verrekenen van de uitkomsten met de uitkomsten van een LCA en het aandachtspunt dat de NMD (Nationale Milieu Database)-kaarten correcte informatie moeten weergeven over biogene koolstof, kunnen daarbij meegenomen worden.

Een opsomming van de uitkomsten van dit onderzoek zijn:

- Het resultaat is een berekeningsmethodiek waarmee de waardering van de vastgelegde biogene koolstof in Global Warming Potential (GWP), rekening houdend met duurzaamheid bosbeheer, levensduur, hergebruik berekend kan worden.
- De uitkomst van de berekeningsmethodiek drukt de hoeveelheid, voor een zekere periode vastgelegde, biogene koolstof in een biobased bouw materiaal uit in een hoeveelheid CO₂ in kilogrammen.
- In de berekeningsmethodiek worden variabelen meegewogen voor onder andere duurzaam bosbeheer, herbruikbaarheid, losmaakbaarheid en verwerkingsscenario's.
- De CO₂-balans gedurende de hele levenscyclus wordt in een LCA volgens de Bepalingsmethode in principe volledig in rekening gebracht. De hoeveelheid biogene koolstof in bouwmaterialen wordt volgens de huidige norm EN 15804+A2 al gerapporteerd. Het gaat om de hoeveelheid biogene koolstof die tijdens de groeifase is opgenomen, en wordt gealloceerd aan dat deel dat de fabriekspoort verlaat. De berekende waarde van deze vastgelegde biogene koolstof in GWP mag en kan ook niet verrekend worden met de uitkomsten van een LCA.
- De berekeningsmethodiek resulteert niet in een afwenteling op andere milieueffecten (uitputting, ozonlaag, verzuring, menselijke toxiciteit etc.) die binnen de Global Warming Potential (GWP)-categorieën vallen als gevolg van de bosbouw of teelt van biobased grondstoffen.
- De berekeningsmethodiek resulteert niet in een toename van CO₂ uitstoot na het 'vrijkomen' van de koolstof kort na 2050.
- Hoewel de berekeningsmethodiek is gericht op biobased bouwmaterialen is de berekeningsmethodiek ook in het algemeen toepasbaar.

De berekeningsmethodiek is de technische invulling van de toezegging van de minister van BZK om een voorstel te doen hoe de tijdelijke opslag van CO₂ in biobased materialen kan worden gewaardeerd in de nationale systematiek van het bepalen van een milieuprestatie van een bouwproduct

Voorwaarde is dat een Levenscyclusanalyse (LCA) is opgesteld conform de EN 15804+A2 (officiële naam van deze norm: "Duurzaamheid van bouwwerken -Milieuproductverklaringen – Kernregels voor de productcategorie van bouwproducten") en voldaan is aan de voorwaarde uit deze norm dat de hoeveelheid biogene koolstof in het bouw materiaal dat de fabriekspoort verlaat apart is gerapporteerd.

Inleiding

Aanleiding

In januari 2021 heeft een aantal partijen uit de bouw het initiatief genomen tot het manifest “Een eerlijk speelveld voor een duurzamer Nederland”. Dit manifest is in februari 2021 aangeboden aan het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK). Naar aanleiding van het manifest zijn in de Tweede Kamer vragen gesteld aan de minister van BZK. De minister van BZK heeft in antwoord op deze vragen aangegeven een voorstel te doen hoe de waardering van de milieueffecten van de tijdelijke opslag van CO₂ in biobased materialen, waaronder hout, kan worden opgenomen in onze nationale systematiek.

Het onderhavige onderzoek betreft een onderzoek naar de technische uitwerking voor deze waardering.

De redenering bij de discussie over de waardering is dat deze tijdelijke vastlegging van koolstof een bijdrage kan leveren in het kader van beleidsvoornemens voor circulair bouwen zoals deze in oktober 2019 aan de Tweede Kamer zijn gepresenteerd. De tijdelijke vastlegging van koolstof komt vooral voor bij sommige biobased bouwmaterialen. Met een levensduur van 50 jaar of meer, betekent dit voor bijvoorbeeld constructief hout dat die vastgelegde koolstof op zijn vroegst in 2075 weer vrij zou komen (indien het materiaal niet hergebruikt wordt). Als deze bouwmaterialen na sloop van een gebouw in zijn geheel worden hergebruikt, kan die periode nog worden verlengd. Op deze manier zouden biobased materialen bij kunnen dragen aan de verlaging van de CO₂-emissie in 2050 en daarmee aan de klimaatambities van het kabinet in de gebouwde omgeving.

Vraagstelling onderzoek

Door het Ministerie van BZK is de volgende centrale onderzoeksvraag vastgesteld:

‘Op welke wijze kan de waardering van de CO₂-opslag¹ en -emissie van biobased bouwmaterialen over de hele levenscyclus worden bepaald en verdisconteerd in een milieuprestatie van een bouwproduct?’

Aan SGS Search is opdracht verleend een methodiek te ontwikkelen waarmee het mogelijk is de vastgelegde hoeveelheid koolstof in biobased bouwmaterialen te kunnen waarderen.

Doel onderzoek

Het doel van het onderzoek is een advies over de technische uitwerking van de waardering van de milieueffecten van de vastlegging van koolstof in biobased materialen binnen de huidige systematiek voor de bepaling van de milieueffecten van bouwwerken.

Bij de beantwoording van de onderzoeksvraag heeft het Ministerie van BZK aangegeven dat de volgende, beleidsmatige, aspecten in ogenschouw genomen dienden te worden:

¹ In de offerteaanvraag van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties van 18 juni 2021 werd gesproken over ‘CO₂ opslag’, door SGS Search is ervoor gekozen om te spreken over ‘koolstof vastlegging’. Deze terminologie wordt dan ook in de rest van deze rapportage gehanteerd.

- De milieueffecten van bosbouw en teelt van andere biobased materialen. Dit om te voorkomen dat ongewenste milieueffecten en/of CO₂ emissies die kunnen ontstaan niet worden meegerekend.
- De definitie van hernieuwbaarheid dient in lijn te liggen met begripsbepaling zoals deze is gedefinieerd door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) in een opdracht voor Stichting Nationale Milieu Database (NMD).
- De levensduur van het materiaal moet helder en eenduidig zijn.
- De verwerkingsscenario's einde leven (hergebruik en recycling)
- Rekening houden met het Europees kader van normen voor de berekening van Levenscyclusanalyses (LCA's) en beleidsvoorstellen zoals het CE Action Plan.
- De uitwerking mag niet tot gevolg hebben dat het resulteert in een afwenteling op toekomstige generaties alsmede niet op andere milieueffecten of op andere locaties.

Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een methodiek voor de waardering van de vastlegging en emissie van (biogene) koolstof. Het onderzoek wordt uitgevoerd met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0 (juli 2020) (Bepalingsmethode) als uitgangspunt. De basis voor deze Bepalingsmethode is de EN 15804:2012+A2:2019 (officiële naam van deze norm: "Duurzaamheid van bouwwerken -Milieuproductverklaringen – Kernregels voor de productcategorie van bouwproducten") en daarmee dient binnen dit onderzoek voor de opname, vastlegging en emissie de milieu-impactcategorie "Klimaatverandering – biogeen" uit de EN 15804:A2 als vertrekpunt.

Hoe het resultaat wordt gebruikt en wordt doorontwikkeld valt buiten de scope van dit onderzoek en is aan beleidsbepalers. Dit rapport geeft enkel een methodiek weer die gebruikt zou kunnen worden om vastgelegde biogene koolstof te kunnen bepalen en vervolgens te waarderen. Dit onderzoek is objectief opgezet en op een wetenschappelijke manier benaderd om transparantie en betrouwbaarheid te faciliteren.

1. Onderzoeksopzet

Dit onderzoek is ingesteld door het ministerie van BZK om een manier te vinden om de milieueffecten van vastgelegde koolstof te kunnen waarderen in biobased bouwmaterialen. Om erachter te komen hoe biogene koolstof gewaardeerd kan worden, heeft het ministerie van BZK voor het onderzoek een drietal vragen opgesteld: een hoofdvraag, aangevuld met twee sub-vragen.

De hoofdvraag van het ministerie van BZK:

- ‘Op welke wijze kan de waardering van de CO₂-vastlegging en -emissie van biobased bouwmaterialen over de hele levenscyclus worden bepaald en verdisconteerd in een milieuprestatie van een bouwproduct?’

Als bijbehorende sub onderzoeksvragen zijn gesteld:

- Als de CO₂-vastlegging in de productiefase van een bouw materiaal is bepaald, wat resteert er dan bij einde levensduur van het product en wat wordt doorgegeven in de verwerkingsscenario's?
- Wat is de relatie in milieueffecten tussen CO₂-vastlegging biobased materialen en landgebruik (o.a. bosbouw en teelt)?

Bovenstaande hoofd onderzoeksvraag en de twee subvragen zijn door SGS Search als volgt samengevat als leidraad voor het onderzoek:

Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een methodiek voor de waardering van de vastlegging en emissie van (biogeen) koolstof. Voor de opname, vastlegging en emissie dient de milieuprestatiecategorie “Klimaatverandering – biogeen” uit de EN 15804+A2 als vertrekpunt. Voor de waardering dient de Bepalingsmethode als vertrekpunt.

Het onderzoek richt zich op biobased bouwmaterialen, echter de systematiek dient generiek toepasbaar te zijn voor alle bouwmaterialen.

Als scope voor dit onderzoek zijn de volgende beleidsuitgangspunten gehanteerd:

- De te ontwikkelen methodiek is werkzaam voor bouwmaterialen waarvan eenduidig en controleerbaar de prestatieverklaringen beschikbaar zijn.
- Gericht op toekomstige bouw en toepassing van materialen in toekomstige bouwwerken.
- Binnen het onderhavige project wordt alleen gerekend met bestaande biobased materialen die, tijdens de onderzoeksperiode, vrij verkrijgbaar op de markt zijn.
- De methodiek die wordt ontwikkeld dient een bijdrage te leveren aan het halen van de klimaatdoelen van de Nederlandse overheid zoals deze onder ander zijn opgenomen in het Klimaatakkoord en het coalitieakkoord.

Het ministerie van BZK heeft een klankbordgroep samengesteld die gedurende het onderzoek is geraadpleegd. De leden van de klankbordgroep zijn experts uit de markt en bestaan uit wetenschappers, vertegenwoordigers uit brancheverenigingen en LCA deskundigen. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de namen en functies van de klankbordgroepleden.

Onderzoeksmethodologie

In dit onderzoek heeft SGS Search gebruik gemaakt van de onderzoeksmethodiek inhoudsanalyse. Inhoudsanalyse houdt in dat verschillende bronnen geraadpleegd worden en dat parallellen gelegd worden die overeenkwamen in de bronnen. De data die is verzameld vanuit de bronnen zijn toegepast om zo een berekeningsmethodiek te kunnen maken.

De vergaarde kennis en inzichten zijn gebruikt voor een plenair overleg met de klankbordgroep en een tweetal notities die zijn voorgelegd aan de leden (zie bijlage 2 en3). De notitie van februari 2022 is tevens individueel besproken met de klankbordgroepleden.

De interviewtechniek die hierbij is toegepast betreft de techniek “semi-structured”. Een drietal overkoepelende thema’s uit de notitie voor de klankbordgroep van 3 februari 2022 (zie bijlage 3) zijn behandeld en die hebben geleid tot de structuur van de interviews: (i) Algemene interpretatie van de voorgeschreven waardering van koolstof vastlegging, (ii) Betrekking van de voorgeschreven waardering van koolstof vastlegging op het specifieke kennisgebied van de geïnterviewde persoon en (iii) de berekeningsformule die voortkomt uit de voorgeschreven waardering van koolstof vastlegging.

Methode

De methoden die SGS Search heeft gebruikt voor het verzamelen van data zijn het doen van deskresearch: het raadplegen van wetenschappelijke artikelen, mandaten, normen en niet wetenschappelijke documenten. Daarnaast zijn interviews gehouden met leden van de Klankbordgroep om een perspectief te krijgen vanuit de verschillende partijen uit de bouwkolom, wetenschappers en beleidsmakers. Deze data is gebundeld en heeft uiteindelijk geleid tot de berekeningsmethodiek.

2. Biobased materialen en bouwmaterialen

Dit onderzoek is er niet op gericht een inventarisatie uit te voeren naar alle mogelijke biobased materialen en producten. Hiervoor is de markt voor biobased materialen nog te veel in ontwikkeling en door innovaties worden steeds vaker nieuwe biobased bouwmaterialen op de markt geïntroduceerd. Op basis van een lijst met biobased bouwmaterialen die aan SGS Search ter beschikking is gesteld, is geïntroduceerd welke producten reeds vrij verkrijgbaar zijn op de markt en welke zich nog meer in een start-up fase bevinden. Tevens is deskresearch gedaan om te bepalen van welke materialen openbare LCA informatie beschikbaar is. Het blijkt dat nog veel biobased materialen zich in een start-up fase bevinden en ook zeer beperkt LCA informatie beschikbaar is. De lijst met biobased bouwmaterialen is als onderdeel van bijlage 4 opgenomen.

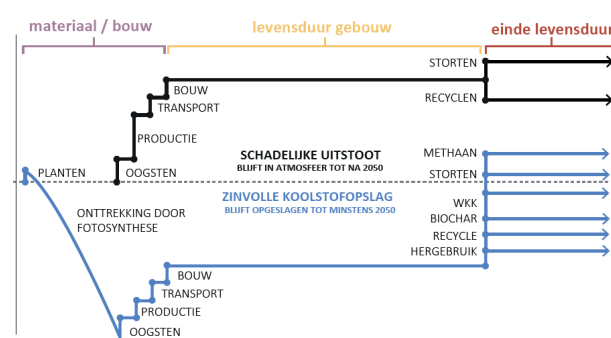
In dit hoofdstuk wordt wel beperkte achtergrondinformatie gegeven over biobased materialen, voor zover dit raakvlakken heeft met de rest van het onderzoek.

Definities en bepaling rondom biobased grondstoffen, materialen en producten

Biobased materialen kunnen worden omschreven als materialen die direct of indirect voortkomen uit biomassa, d.w.z. uit een materiaal van biologische oorsprong, waarbij materiaal ingebed in geologische formaties en/of gefossiliseerd materiaal wordt uitgesloten (Van den Oever, 2022). Planten onttrekken CO₂ uit de atmosfeer en slaan dat op in de vorm van koolstof, waarbij zuurstof vrijkomt. Dit wordt vaak CO₂-opslag genoemd maar is feitelijk dus koolstofvastlegging. Wanneer deze biomassa in een bouwwerk wordt geplaatst zal de opgeslagen biogene koolstof voor langere tijd vast komen te liggen (Bijleveld, 2021). Na de levensduur van het bouwwerk en zonder hergebruik zal de opgeslagen koolstof weer uitgestoten worden naar de atmosfeer in de vorm van het verwerkingsproces (i.e. verbranding, verrotting). *“Toepassing van biobased (bouw)materiaal in bouwwerken heeft tot gevolg dat de vastgelegde biogene koolstof voor langere tijd CO₂ onttrekt aan de atmosfeer. Het effect op klimaatverandering door deze onttrekking is afhankelijk van de levensduur van het product.”* (Bijleveld, 2021, p. 33).

In dit onderzoek wordt uitsluitend gekeken naar biobased bouwmaterialen. Biobased bouwmaterialen zijn materialen die ingezet worden in een bouwwerk. De Layers of Brand is een model dat de verschillende lagen in een bouwwerk omschrijft. In zijn boek omschrijft Stewart Brand de verschillende lagen die bij een bouwwerk horen. (WBCSD, 2020).

Carbon debt is de dip die ontstaat wanneer je biomassa onttrekt uit het milieu. De *debt* wordt veroorzaakt door de vermindering van biomassa die CO₂ opslaat doordat de betreffende biomassa in een bouwwerk is geplaatst (Holmgren, 2021). Voorbeeld: De gekapte biomassa had wanneer levend was gebleven, nog CO₂ uit de atmosfeer kunnen halen. Wanneer de opgeslagen koolstof in een bouwwerk zit is de potentie van de koolstof opslag gelimiteerd tot de opgeslagen



Figuur 1 Carbon debt

CO₂. De capaciteit van het milieu om CO₂ uit de atmosfeer te filteren is hierdoor afgenomen. In de afbeelding is het proces schematisch weergegeven.

Koolstofopname, vastlegging en emissie in biobased materialen

De biomassa die als grondstof verwerkt is in een bouw materiaal, bijvoorbeeld het hout in planken of het stro in isolatiemateriaal, begint als zaadje en groeit velen jaren maar soms ook slechts enkele weken of dagen totdat het geoogst of gekapt wordt en verwerkt wordt tot bouw materiaal. Tijdens de groeifase van de biomassa absorbeert de koolstof uit de atmosfeer en slaat dit op. De koolstof die eerst in de atmosfeer rondzweefde zit nu vast in een plant.

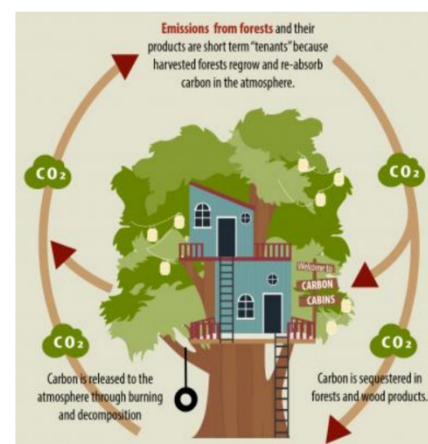
Enkele voordelen van biogene bouwmaterialen (Jones, 2017):

- Duurzame groei zorgt voor een constante stroom van bouw materiaal uit de natuur
- Een bron van opgeslagen koolstof
- Een bron van energie en warmte aan het eind van de levenscyclus
- Relatief hoge hittebestendigheid
- Relatief lage uitstoot van CO₂ in het productieproces
- Goede temperatuur en vochtigheidsregulering in gesloten ruimtes

(Andersen, 2022) stelt daar tegenover dat biogene bouwmaterialen de volgende nadelen bezitten:

- Potentiele ontbossing wanneer niet goed beheerd
- Hogere prijs per m³ dan non-biogene bouwmaterialen
- Bosbeheer is essentieel om duurzaamheid te waarborgen

De opgeslagen koolstof wordt ook wel *carbon sink* genoemd. Doordat de CO₂ zich niet meer in de atmosfeer begeeft hebben de schadelijke effecten die bij een overvloed aan CO₂ in de atmosfeer behoren geen negatieve impact meer. De koolstof rust voor een onbepaalde tijd in de biomassa waarna het bij verrotting of verbranding weer vrij komt in de atmosfeer. Hoe langer de koolstof in het bouw materiaal zit, hoe langer de opgeslagen koolstof ontnomen is uit de atmosfeer.



Figuur 1 Gesloten cirkel van CO₂

FSC en PEFC over biobased bouwmaterialen

Hoewel er bij carbon debt een in eerste instantie negatieve CO₂ balans optreedt zorgen duurzaam beheerde bossen met het FSC keurmerk voor een hoger rendement van houtkap maar ook voor CO₂ neutraliteit of zelfs een CO₂ surplus over langere termijn (25-30 jaar). Dit betekent dat wanneer een bos én duurzaam beheerd wordt én de opgeslagen koolstof voor lange tijd worden opgeslagen een cumulatief effect van onttrokken CO₂ uit de atmosfeer kan optreden (Nabuurs, 2017).

In een interview met vertegenwoordigers van FSC is gevraagd naar CO₂ neutraliteit van een bouwwerk of bos. FSC geeft aan dat carbon debt het resultaat is wanneer er biomassa uit een ecosysteem wordt onttrokken en dit leidt ertoe dat de CO₂ neutraliteit voor een bepaalde termijn negatief wordt aangetast. Door het rooien van gewassen wordt minder CO₂ opgenomen uit de atmosfeer en neemt de totale CO₂ opslag af. De totale carbon sink neemt daarmee af. Echter, wanneer gekeken wordt naar het ecosysteem waarin een boom zich bevindt blijft bij een FSC gecertificeerd bos de CO₂ opslag door het bos neutraal over een langere tijd (25-30 jaar). Doordat

door het hele bos CO₂ opslag piekt en daalt door het rooien van bomen maar ook door nieuwe aanplant en groei. Hierdoor is er op micro niveau een negatief carbon debt te zien maar op macro of bos-niveau niet.

Ook een vertegenwoordiger van PEFC heeft bevestigd dat het PEFC keurmerk bijdraagt aan de quantiteit en de kwaliteit van de grondstoffen uit het bos en de capaciteit van het bos om koolstof op te slaan in de middellange tot lange termijn, dit wordt gewaarborgt door het balanceren van oogst en groeiratio's. Een vertegenwoordiger van STIP vermeldt dat alleen verantwoord hout in de productiestroom terecht komt en dat bij dit gekeurmerkte hout de CO₂ cyclus is gewaarborgd en dat herplantage plaatsvindt in de bossen waar het STIP-hout vandaan komt.

Dit betekent dat op product-niveau een negatieve CO₂ balans ontstaat door het onttrekken van levende biomassa voor de productie van een specifiek product, maar op bos-niveau blijft deze CO₂ balans minstens neutraal door het groeien van bomen elders in het bos. Keurmerken waarborgen duurzaam beheer van bos en slechts wanneer een bos duurzaam beheerd wordt kan voor de productie van bouwmaterialen gesproken worden over CO₂ neutraliteit in het bos van herkomst gemeten over een periode van 25-30 jaar. Duurzaam bosbeheer biedt garanties op een borging dat dat niet leidt tot ongewenste afwentelingen in de toekomst

Europese kader over biobased

De Europese commissie beschrijft dat 80% van de uitstoot in de gebouwde omgeving bespaard kan worden wanneer materiaal efficiënter gebruikt wordt. Om dit potentieel te verwezenlijken en om de impact op het klimaat te verkleinen is de strategie "*Strategy for a Sustainable Built Environment*" in het leven geroepen. Daarnaast draagt de implementatie van het "*Bioeconomy Action Plan*" bij aan het ondersteunen van de biobased sector. Één van de principes om circulariteit te promoten is om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot koolstofreductie en het potentieel van koolstofvastlegging in bouwwerken (European Commission, 2020).

3. Achtergrond en bepalingen vanuit relevante (LCA) normen en andere bronnen

Dit hoofdstuk beschrijft diverse normen en andere relevante bronnen in relatie tot opname, vastlegging en emissie van koolstof in biobased bouwmaterialen. Het zijn grotendeels (vertalingen van) passages uit normteksten, soms aangevuld ter verduidelijking in dit kader. Als eerste wordt ingegaan op EN 15804 omdat deze norm ten grondslag ligt aan de Bepalingsmethode.

Belangrijke algemene LCA-uitgangspunten voor EN 15804 zijn EN ISO 14040:2006, EN ISO 14044:2006, EN ISO 14025:2010, ISO 21930:2017 en het International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook uit 2010. Deze algemene LCA normen, -methoden en -systemen, die uitgangspunten zijn voor de EN 15804, worden in het kader van het SGS Search onderzoek niet nader beschreven. De "Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method" uit 2019, die als bron in de EN 15804 is genoemd, is bekeken, waarbij geconcludeerd is dat de relevante passages zijn geharmoniseerd met de EN 15804+A2.

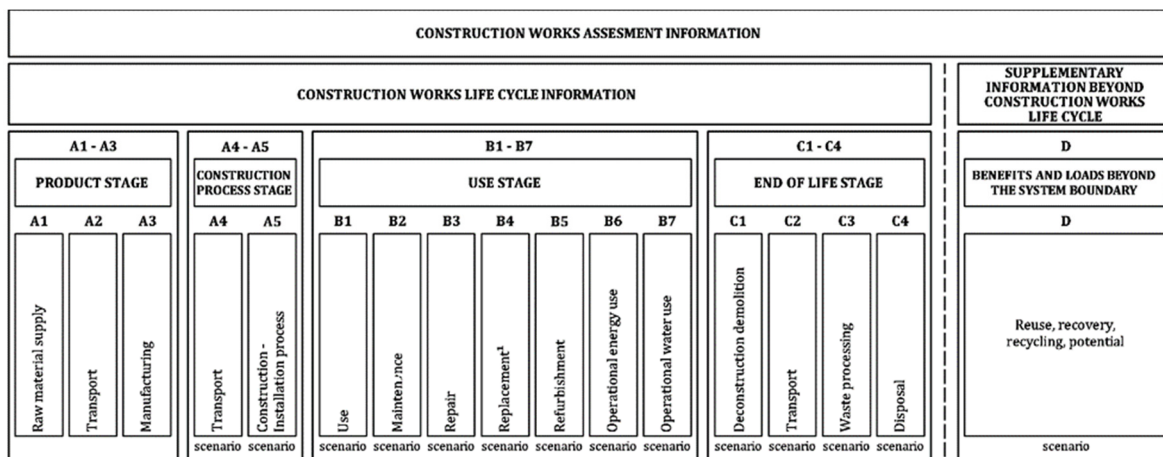
EN 15804+A2 (oktober 2019)

EN 15804+A2 ("Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten") biedt productcategorieregels (PCR) voor Type III²-milieuverklaringen voor elk bouwproduct en -proces. De kern-PCR:

- Definieert de te declareren indicatoren (zowel milieupactcategorieën als zogenoemde impactindicatoren als energieverbruik of het ontstaan van afval), te verstrekken informatie en de manier waarop deze worden verzameld en gerapporteerd,
- Beschrijft welke fasen van de levenscyclus van een product in de milieuverklaring (environmental product declaration, EPD) worden meegenomen en welke processen moeten worden opgenomen in de levenscyclusfasen,
- Stelt regels vast voor het ontwikkelen van scenario's,
- Omvat de regels voor het berekenen van de Life Cycle Inventory en de Life Cycle Impact Assessment die ten grondslag liggen aan de EPD, inclusief de specificatie van de toe te passen datakwaliteit,
- Omvat de regels voor het rapporteren van vooraf bepaalde milieu- en gezondheidsinformatie die niet onder LCA valt voor een product en bouwproces waar nodig,
- Bepaalt de voorwaarden waaronder bouwmaterialen kunnen worden vergeleken op basis van de informatie die door EPD wordt verstrekt.

Voor alle bouwproducten en materialen moeten volgens de norm ten minste modules A1-A3, modules C1-C4 en module D worden gedeclareerd. Zie Figuur 2.

² Een type III milieuverklaring wil zeggen dat deze is gebaseerd op LCA volgens ISO 14025.



Figuur 2 (fragment) EN 15804+A1 [Figure 1 ... life cycle stages and modules for the construction works assessment]

Volgens de Bepalingsmethode dienen ook de materiaal gerelateerde modules van de gebruiksfase (module B1 – B5) te worden gedeclareerd.

Voor een overzicht van alle relevante passages uit EN 15804, zie bijlage 2. Hieronder worden de belangrijkste opgesomd, met in sommige vallen een nadere duiding:

- Impacts worden gedeclareerd in de modules waar ze optreden.
- CO₂-compensatie (bijvoorbeeld door aanschaf van carbon credits) wordt niet meegenomen in de berekening van het GWP.
- Het effect van tijdelijke koolstofvastlegging en vertraagde emissies, d.w.z. het verdisconteren van emissies en verwijderingen, wordt niet meegenomen in de berekening van het GWP. Het effect van permanente biogene koolstofvastlegging wordt evenmin meegenomen in de berekening van het GWP.
- De afbraak van het biogene koolstofgehalte van een bouw materiaal op een stortplaats voor vast afval, aangegeven als GWP-biogeen, wordt berekend zonder tijdslijm. Eventuele resterende biogene koolstof wordt behandeld als een uitstoot van biogene CO₂ vanuit de technosfeer naar de natuur.
- De periode waarover de input naar en output van het systeem moet worden verantwoord, is 100 jaar vanaf het jaar waarvoor de dataset representatief wordt geacht. Echter, voor de verwijdering van vast afval van producten die biogene koolstof bevatten, dient dit te worden berekend zonder tijdslijm. Resterende biogene koolstof wordt gezien als emissie van biogeen CO₂ van de technosfeer naar natuur..
- Een scenario moet realistisch zijn en representatief voor één van de meest waarschijnlijke alternatieven. (Als er bijvoorbeeld drie verschillende toepassingen zijn, moet of de meest representatieve of alle drie de scenario's worden aangegeven). Scenario's mogen geen processen of procedures omvatten die momenteel niet worden gebruikt of waarvan niet is aangetoond dat ze praktisch zijn. Een recyclingsysteem bijvoorbeeld is geen praktijk als het een verwijzing bevat naar een retoursysteem waarvoor de logistiek niet is vastgesteld.

- Ongeacht de gekozen wijze van allocatie voor een co-productieproces of voor secundaire stromen die de systeemgrens tussen productsystemen overschrijden, moeten specifieke inherente eigenschappen van dergelijke co-materialen of stromen, bijvoorbeeld calorisch gehalte, samenstelling [biogeen koolstofgehalte, CaO/Ca(OH)₂ content, etc.], altijd de fysieke stromen weerspiegelen.
- Het biogene koolstofgehalte kwantificeert de hoeveelheid biogene koolstof in een bouw materiaal dat de fabriekspoort verlaat en moet afzonderlijk worden aangegeven voor het product en voor eventuele bijbehorende verpakkingen. Zie ook Tabel 2 op pagina 21. Als de massa van biogene koolstofhoudende materialen in het product minder is dan 5% van de massa van het product, kan de vermelding van het biogene koolstofgehalte worden weggelaten. Vervolgens wordt voor hout verwezen naar de norm EN-16449 als mogelijke methode voor het bepalen van koolstof gehalte, wat vervolgens de basis is voor het bepalen van opgenomen CO₂. Voor andere biobased materialen wordt geen werkwijze voorgesteld.
- De kernindicatoren waarin milieu-impact wordt uitgedrukt maken voor wat betreft klimaatverandering onderscheid naar:
 - GWP - fossiel
 - GWP - biogeen
 - GWP - landgebruik en verandering in landgebruik (GWP - LULUC)

Annex C van EN 15804 vermeldt dat voor deze impactcategorieën het “Baseline model of 100 years of the IPCC based on IPCC 2013” moet worden gebruikt. Dit betekent dat het verschil in de mate waarin broeikasgassen per kg bijdragen aan klimaatverandering op een tijdshorizon van 100 jaar wordt uitgedrukt, steeds ten opzichte van 1 kg CO₂. De 100 jaar staat dus los van een bepaalde product- of bouwwerklevensduur en heeft ook niet direct te maken met de hierboven genoemde periode van 100 jaar waarover de input naar en output van het systeem moet worden verantwoord.

- De indicator GWP - biogeen houdt rekening met klimaatverandering door verwijderingen van CO₂ in biomassa uit alle bronnen behalve inheemse bossen, als overdracht van koolstof, opgenomen door levende biomassa, van de natuur naar het productsysteem dat als GWP-biogeen wordt gedeclareerd. Deze indicator houdt ook rekening met GWP van overdrachten van biogene koolstof van eerdere productsystemen naar het onderzochte productsysteem. Deze indicator heeft ook betrekking op biogene emissies naar lucht uit biomassa uit alle bronnen behalve inheemse bossen als gevolg van oxidatie of degradatie (bijv. verbranding, verwijdering van vast afval), evenals alle overdrachten van biogene koolstof uit biomassa uit alle bronnen behalve inheemse bossen naar volgende productsystemen in de vorm van biogeen CO₂.

Alle koolstofuitwisselingen tijdens de levenscyclus (modules A tot en met modules C) met betrekking tot het biogene koolstofgehalte in biomassa uit inheemse bossen (die zonder menselijk ingrijpen daar groeien) moeten worden gemodelleerd onder GWP-luluc volgens de laatste beschikbare versie van het PEF Guidance-document. Hierbij wordt opgemerkt dat inheemse bossen niet omvatten: korte-termijnbossen, aangetaste bossen, beheerd bos en bossen met korte- of lange-termijnrotaties.

Verwijderingen van biogene koolstof in biomassa (met uitsluiting van biomassa van inheemse bossen) en overdrachten van eerdere productsystemen zullen in de Life cycle impact assessment (LCIA) worden gekarakteriseerd als -1 kg CO₂ eq./kg CO₂ bij binnenkomst in het productsysteem. Emissies van biogeen CO₂ uit biomassa en overdrachten van biomassa naar

volgende productsystemen (met uitsluiting van biomassa van inheemse bossen) worden gekarakteriseerd als +1 kg CO₂-eq./kg CO₂ biogene koolstof, zie EN ISO 14067:2018, 6.5.2.

De hoeveelheid CO₂ die wordt opgenomen in biomassa en de equivalente hoeveelheid CO₂-emissies van de biomassa op het punt van volledige oxidatie resulteert in nul netto CO₂-emissies wanneer koolstof uit biomassa niet wordt omgezet in methaan, vluchtige organische stoffen anders dan methaan (NMVOS) of andere 'voorlopers'.

Voor de indicator GWP – LULUC wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van bijlage 2. In de berekeningsmethodiek moet er in beginsel van uit worden gegaan dat deze indicator, die bijvoorbeeld effect van ontbossing weergeeft, niet significant bijdraagt aan de totale GWP van de betreffende materialen. Het speelt wel een rol bij de voorwaarden waaronder de waardebeoordeling van vastlegging van biogene koolstof kan plaatsvinden in de vorm van een 'rode vlag'.

Belangrijke constatering is dat in de (nieuwe) EN 15804+A2 staat beschreven dat de hoeveelheid biogene koolstof in een bouw materiaal dat de fabriekspoort verlaat moet worden gekwantificeerd en gerapporteerd.

EN 16760:2015 Biobased producten – Levenscyclusanalyse

De EN 16760 geeft specifieke vereisten voor het opstellen van LCA's van biobased materialen die geheel of gedeeltelijk bestaan uit biomassa, exclusief voedsel, diervoeder en energie. De norm is gebaseerd op de algemene LCA normen EN ISO 14040 en EN ISO 14044.

De EN 15804 is, ook voor biobased materialen, op een aantal punten gerelateerd aan dit SGS Search onderzoek specifiek dan de EN 16760 omdat laatstgenoemde de algemene LCA normen EN ISO 14040 en EN ISO 14044 als uitgangspunt neemt. De EN 15804 geldt daarentegen niet voor modellering van landbouwprocessen, dit staat specifiek beschreven in de EN 16760.

Voor wat betreft "Temporal accounting" zijn EN 15804 en EN 16760 strijdig. Zie verderop.

Ook de EN 16760 besteedt aandacht aan allocatie en zegt daarover het volgende. Voor biobased materialen kan het biogene koolstofgehalte van cruciaal belang zijn om de uitstoot van broeikasgassen te bepalen. Om biogene koolstof in een waardeketen te volgen, kan allocatie op basis van koolstofgehalte worden gebruikt. Bij allocatie op basis van andere relaties, weerspiegelen de gemodelleerde biogene koolstofstromen mogelijk niet de werkelijke fysieke inhoud en stromen. Waar dus volgens de EN15804 dergelijke product eigenschappen ook bij allocatie altijd de werkelijkheid dienen te weerspiegelen. Opmerking: Deze norm volgt de EN 15804+A2 niet voor wat betreft de impactcategorie GWP-biogene.

Landbouw kan zowel positieve als negatieve effecten hebben op het milieu. Agrarische materialen kunnen worden gebruikt als grondstof voor biobased materialen. Het wordt algemeen erkend dat de volgende zaken milieueffecten hebben, bijvoorbeeld:

- gebruik van meststoffen op het veld;
- irrigatie;
- landbezetting en transformatie;

- bodembeheer;
- activiteiten voor de productie van landbouwgrondstoffen zoals minerale meststoffen en brandstoffen.

Mede op basis van gesprekken met klankbordgroepleden is geconstateerd dat de praktijk in de landbouw complex is en tussen boerderijen en regio's aanzienlijk verschillen. Veel parameters beïnvloeden de LCA-effecten van landbouw, waaronder intensivering en optimalisatie van productiepraktijken.

Tegelijkertijd variëren (hulpbron-, energie-, emissie-) efficiëntie en dus de resulterende milieu-interventies weerspiegeld in de LCA van landbouwproductie aanzienlijk tussen (a) type geteeld gewas (b) beheersregime (kunstmest, pesticide, mechanisatie) irrigatie, grondbewerkingspraktijken) (c) bodem- en klimaatkenmerken (vandaar locatie en tijd), (d) landbouwpraktijken voor (potentiële) conserverings- en droogstappen van de oogst enz.

Alleen de netto-ingrepen met betrekking tot menselijke landbeheeractiviteiten moeten worden geïnventariseerd, b.v. niet de basisnitraatuitspoeling als gevolg van stikstof-input via regen. Van de toegepaste stoffen (bijvoorbeeld meststoffen) dienen de hoeveelheden die het terrein verlaten te worden geïnventariseerd als emissies naar lucht of water.

In de EN 16760 staat in paragraaf 5.6.2.3 'Duurzaam bosbeheer zorgt ervoor dat de koolstofvoorraden in bossen stabiel blijven of zelfs verbeteren.' Bij het modelleren van bosbouwsystemen op landschapsniveau moet het biogene koolstofgehalte van geoogst hout worden beschouwd als een materiaal inherente eigenschap als gevolg van de opname en vastlegging van CO₂ uit de atmosfeer. Een bosbeheereenheid die wordt beheerd op basis van duurzame opbrengst, moet worden gemodelleerd als een eenheidsproces in een stabiele toestand met een koolstofemissie die gelijk is aan de opname. Doordat het eenheidsproces de bosbeheereenheid is (en niet de boom) wordt milieuimpact gemiddeld. Indien gemodelleerd naar opstandniveau, moeten vertragingen tussen biogene koolstofemissies en -vastlegging in de loop van de tijd worden geïntegreerd. (Op dit punt is EN 16760 strijdig met EN 15804+A2 omdat laatstgenoemde expliciet stelt tijdelijke vastlegging van koolstof niet te waarderen.)

De ruimtelijke en temporele grenzen en aannames zijn belangrijk om koolstofvastlegging te modelleren en moeten transparant worden vastgesteld en gedocumenteerd.

Voor het modelleren van CO₂-emissies en -verwijderingen met betrekking tot biomassa kunnen twee hoofdbenaderingen worden toegepast:

- 1) de tijdens de groeifase in biomassa vastgelegde CO₂ wordt in het model opgenomen met negatieve waarden in de groeifase en positieve waarden zoals uitgestoten aan het einde van de levensduur; of
- 2) de tijdens de groeifase in biomassa vastgelegde CO₂ wordt in het model opgenomen met karakteriseringsfactor nul en emissie van biogeen CO₂ dienovereenkomstig een karakteriseringsfactor nul.

Volgens oudere versies van de Nederlandse Bepalingsmethode (en de bijbehorende set met karakterisatiefactoren) werd benadering 2 gehanteerd. Met ingang van de Bepalingsmethode op basis van de EN 15804+A2:2019 is uitsluitend wijze 1 toegestaan.

De biogene koolstof ingebed in de biobased materialen dient gelijk te zijn aan de biogene koolstof die vrijkomt bij end-of-life behandeling van het materiaal met volledige oxidatie. Het nettoresultaat, dat de resultaten over de hele levenscyclus van een product optelt, van beide benaderingen is identiek, maar de bijdragen van verschillende levenscyclusstappen (bijv. biomassaproductie) aan GWP zullen verschillend zijn.

De norm EN 16760:2015 stelt verder "Waar tijdelijke toerekening van broeikasgasemissies relevant is, moet hiermee rekening worden gehouden, maar afzonderlijk worden gerapporteerd. Beoordeling kan worden uitgevoerd volgens CEN ISO/TS 14067. Berekeningsvoorbeelden laten een carbon footprint zien van tijdelijk opgeslagen broeikasgassen."

EN 16485:2014

De EN 16485 is de PCR (Product Category Rules) voor houtmaterialen en op hout gebaseerde materialen voor gebruik in de bouw. De EN 16485 verwijst naar de versie EN 15804+A1:2013³. Er heeft geen actualisatie plaatsgevonden na publicatie van de EN 15804+A2: 2019 die waardering van tijdelijke koolstofvastlegging over de gehele levenscyclus expliciet uitsluit.

Ook deze norm geeft een formule voor het berekenen van tijdelijke koolstofvastlegging, als eerste voor de situatie wanneer het voordeel van volledige koolstofvastlegging van een product tussen 2 en 25 jaar na de vorming van het product bestaat (en er geen koolstofvastleggingsvoordeel meer is na die tijd):

$$GWP_{dt} = C_{CO_2} \times \frac{-0.76 \times t_0}{100} \quad (1)$$

Waarin:

GWP_{dt} netto vermeden bijdrage aan GWP over 100 jaar door koolstofopslag; kg CO₂-eq
 C_{CO_2} biogeen koolstof inhoud van hout of daarop gebaseerde materialen; kg CO₂-eq
 t_0 tijd van koolstofopslag ($dt < 25$ jaar); jaar

De norm stelt vervolgens dat in alle gevallen die hierboven niet worden beschreven, de wegingsfactor die moet worden toegepast op het CO₂-opslagvoordeel over de beoordelingsperiode van 100 jaar wordt berekend volgens:

$$GWP_{dt} = C_{CO_2} \times \frac{-\sum_{i=1}^{100} x_i}{100} \quad (2)$$

Waarin:

GWP_{dt} netto vermeden bijdrage aan GWP over 100 jaar door koolstofopslag; kg CO₂-eq

³ In de 2013 versie van de norm had biogene koolstof, en de opname en emissie van biogeen CO₂, minder aandacht. Een bepaling als "The effect of temporary carbon storage and delayed emissions, i.e. the discounting of emissions and removals, shall not be included in the calculation of the GWP. The effect of permanent biogenic carbon storage shall also not be included in the calculation of the GWP." [EN 15804+A2] ontbrak.

CCO_2 biogeen koolstof inhoud van hout of daarop gebaseerde materialen; kg CO₂-eq
 i elk jaar waarin koolstofopslag plaatsvindt
 x het aandeel van de totale opslag dat in enig jaar overblijft

Hierbij wordt als opmerking vermeld: Netto vermeden bijdrage aan het GWP over 100 jaar door koolstofopslag (GWP_{dt}) is de hoeveelheid gecumuleerde thermische straling die wordt geabsorbeerd door de atmosfeer buiten/na de beoordelingsperiode van 100 jaar in het perspectief van 100 jaar dat ten grondslag ligt aan de definitie van de GWP₁₀₀-karakterisering factor.

Over einde levensduur vermeldt deze EN 16485 het volgende. De biogene koolstof en de energie-inhoud van het hout of op hout gebaseerde product zoals gekwantificeerd in de indicatoren "Gebruik van hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstof" en "Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstof" worden beschouwd als specifieke inherente eigenschappen. Als gevolg hiervan worden deze specifieke materiaaleigen eigenschappen geëxporteerd vanuit Module C3. Bij het kwantificeren van module D wordt ervoor gezorgd dat dezelfde hoeveelheid biogene koolstof en dezelfde waarden voor de indicatoren "Gebruik van hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstof" en "Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstof" worden overgebracht naar module D.

De informatie van de verschillende normen uit dit hoofdstuk is in overweging genomen bij het opstellen van de berekeningsmethode.

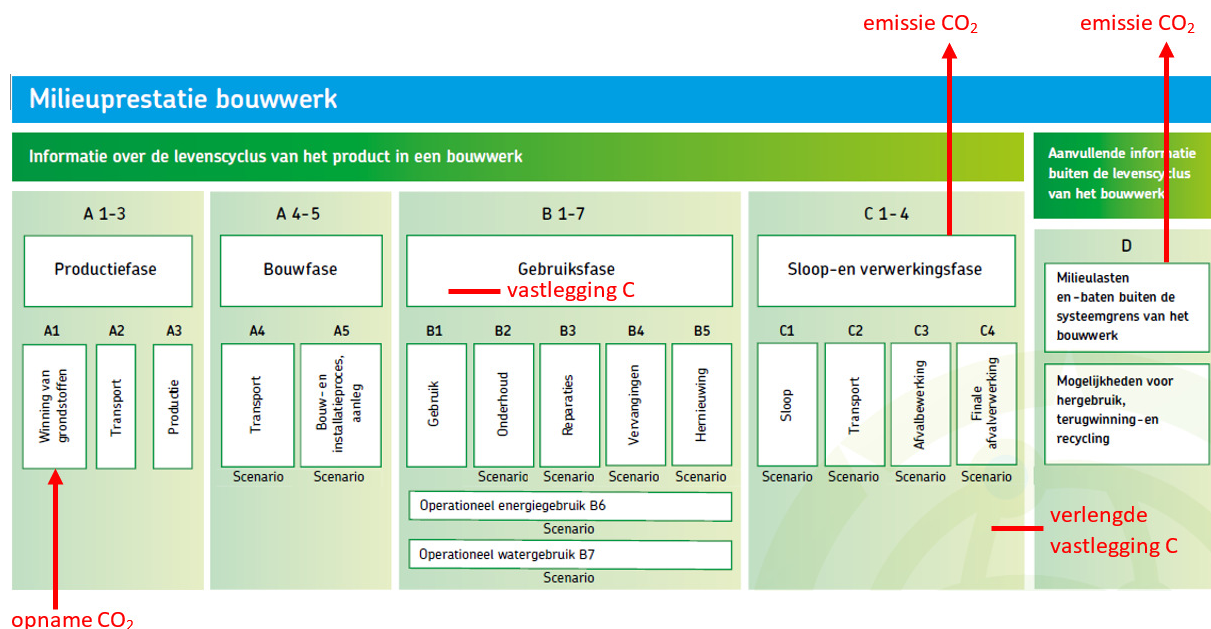
4. Biogene koolstof in de verschillende fases van de levenscyclus van bouwproducten

Uitgangspunten

De onderzoekers hebben ervoor gekozen de norm EN 15804+A2, waarop de Bepalingsmethode is gebaseerd, als vertrekpunt te nemen. De Bepalingsmethode wordt veel toegepast in Nederland en het volgen van de Bepalingsmethode, en daarmee indirect de EN 15804, is een voorwaarde om de uitkomsten van LCA's te laten opnemen in de Nationale Milieudatabase (NMD). De Bepalingsmethode is bijvoorbeeld onderdeel van enkele private keurmerken voor milieuvriendelijk bouwen (BREEAM, GPR), wordt veel gebruikt in aanbestedingen en is aangewezen in de bouwregelgeving voor de berekening van de wettelijke MilieuPrestatie Gebouwen (MPG). In het kader van uniformiteit is de EN15804 daarom een goed uitgangspunt voor de ontwikkeling van gerelateerde berekeningsmethoden.

Onderstaande Figuur 3 schetst de levenscyclusfasen (A1-A3, A4-A5, B1-B7, C1-C4) en modules (A1 tot en met D) uit deze norm. Veel voor de berekeningsmethodiek (zie hoofdstuk 6) relevante aspecten dienen reeds te worden meegenomen volgens de Bepalingsmethode. In het hoofdstuk over de berekeningsmethodiek wordt hier verder aandacht aan besteed.

In onderstaande afbeelding uit de Bepalingsmethode is de levenscyclus van een product in een bouwwerk opgenomen met schematische pijlen die de (belangrijkste) opname en emissie van biogeen CO₂ weergeven. De horizontale lijnen geven de vastlegging van biogene koolstof weer.



Figuur 3 Levenscyclusfasen EPD [Bepalingsmethode Figuur 2], met schematisch biogeen CO₂-opname en -emissie en koolstofvastlegging

De opname van biogeen CO₂ vindt plaats vóór de “winning van Grondstoffen” maar wordt volgens EN 15804 in module A1 gedeclareerd. Emissies van biogene koolstof kunnen vanaf de winning in module A1 in elke module voorkomen, zeker bij bewerkingen in module A1 en A3. In voorkomende gevallen moet dit, volgens EN 15804 en de Bepalingsmethode, in de LCA zijn verwerkt. Dit betekent dat bij het opstellen van een LCA van een houten balk alleen wordt gerekend met de hoeveelheid biogene koolstof die is opgeslagen in de desbetreffende balk. De biogene koolstof in bijvoorbeeld het zaagafval in de houtzagerij, wordt niet toegerekend aan de balk voor de bepaling van de hoeveelheid biogene koolstof. De CO₂-emissies als gevolg van de verwerking van de boom tot een balk worden in de LCA verdisconteerd.

De aanleiding voor het onderzoek naar waardering van koolstofvastlegging is mede gelegen in het feit dat de EN 15804 stelt:

“Het effect van tijdelijke koolstofvastlegging en vertraagde emissies, d.w.z. het verdisconteren van opname en emissies, wordt niet meegenomen in de berekening van GWP. Het effect van permanente biogene koolstofvastlegging wordt evenmin meegenomen in de berekening van GWP”.

De achtergrond van deze passage is het voorzorgsprincipe: er is verondersteld dat alle CO₂ die wordt opgenomen bij groei van biogeen materiaal op enig moment in de levenscyclus weer vrij komt, als CO₂ (of koolwaterstof, zoals methaan). Voor het vrijkomen van koolwaterstoffen uit biogeen materiaal wordt in de LCA volgens EN 15804 de betreffende impact berekend, rekening houdend met dat die koolstof niet als CO₂ vrijkomt. Voor een LCA-uitvoeder is het bovendien lastig om alle ‘uitval’ van biogene koolstof door de keten correct te modelleren. En ook de opgenomen hoeveelheid CO₂ gaat niet steeds automatisch goed: wanneer er sprake is van economische allocatie bij meerdere biobased materialen uit een proces, dan is hiervoor een correctie nodig. Een dergelijke correctie⁴ vindt bij de Ecoinvent database, waarop de Nationale Milieudatabase (NMD) is gebaseerd, pas plaats sinds versie 3.8 die onlangs verscheen.

De ontwikkelde berekeningsmethodiek, heeft uitsluitend betrekking op GWP Biogeen in biobased bouwmaterialen en de impactcategorie “klimaatverandering - biogeen” (zie Tabel 1). Voor de voorwaarden waaronder de berekeningsmethodiek kan worden gebruikt, wordt gekeken naar alle milieu impactcategorieën uit de EN 15804 om afwenteling op andere milieu-indicatoren te voorkomen.

⁴ Voorbeeld: “Carbon dioxide, non-fossil, resource correction; in air; 493,67686861 kg. This exchange has been added after economic allocation in order to re-balance the non-fossil carbon dioxide resource extraction.”

Tabel 1 Fragment van EN 15804+A2 [Table 3 — Core environmental impact indicators]

Impact category	Indicator	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Climate change – total ^a	Global Warming Potential total (GWP-total)	kg CO ₂ eq.
Climate change - fossil	Global Warming Potential fossil fuels (GWP-fossil)	kg CO ₂ eq.
Climate change - biogenic	Global Warming Potential biogenic (GWP-biogenic)	kg CO ₂ eq.
Climate change - land use and land use change ^b	Global Warming Potential land use and land use change (GWP-luluc)	kg CO ₂ eq.
...		
<p>^a The total global warming potential (GWP-total) is the sum (see C.2) of</p> <ul style="list-style-type: none"> — GWP-fossil — GWP-biogenic — GWP-luluc <p>^b It is permitted to omit GWP-luluc as separate information if its contribution is < 5 % of GWP-total over the declared modules excluding module D.</p>		

Wanneer het gaat om de koolstofvastlegging in een bouw materiaal zoals hierboven geschetst dan biedt EN 15804+A2 hiervoor aanknopingspunten. In paragraaf “7.2.5 Information on biogenic carbon content” staat beschreven dat moet worden bepaald hoeveel biogene koolstof in het materiaal vastligt. Zie onderstaande Tabel 2. Merk op dat dit de koolstof betreft ‘af fabriek’ (dat is direct na module A3). Dat hoeft niet gelijk te zijn aan het materiaal zoals het de gebruiksfase (module B1) in gaat doordat er in de bouw fase tijdens transport (module A4) en bouw (module A5) verliezen kunnen optreden.

Voor het bepalen van de hoeveelheid biogene koolstof in hout wordt in de EN 15804+A2 verwezen naar de EN 16449 “Hout en op hout gebaseerde producten - Berekening van het gehalte aan biogene koolstof van hout en van de omzetting in koolstofdioxide” als mogelijke werkwijze. Voor het bepalen van de hoeveelheid biogene koolstof in overige biobased materialen wordt geen werkwijze beschreven.

De hoeveelheid biogene koolstof in een product kan bepaald worden aan de hand van de chemische structuur van de biobased materialen en de hoeveelheid waarin deze materialen toegepast worden in het product. Wanneer geen of onvoldoende data beschikbaar is om de hoeveelheid biogene koolstof in het biobased materiaal te bepalen kan data uit literatuur gebruikt worden, welke onder andere te vinden is in bijvoorbeeld de Phyllis database. Bij het bepalen van de hoeveelheid biogene koolstof dient rekening gehouden te worden met de wijze waarop data gepresenteerd is, zoals bijvoorbeeld data per eenheid vers gewicht of droge stof en met of zonder as. Wanneer de gegevens niet overeenkomen

met de fysieke eigenschappen van het materiaal of product onder studie dient hiervoor gecorrigeerd te worden.

Bijvoorbeeld: Een product bestaat voor 80% uit een biobased materiaal. Het biobased materiaal bevat 50% koolstof per kg droge stof (inclusief as gehalte). Het biobased materiaal in het product heeft een droge stof gehalte van 88%. Dit resulteert in de volgende berekening; 50% koolstof per kg droge stof van biobased materiaal * 88% droge stof in biobased materiaal * 80% biobased materiaal in product = 0,352 kg biogeen koolstof in het product. Vervolgens is per kg biogeen koolstof 1/12*44 kg koolstofdioxide omgezet (zie ook paragraaf 7.2.5 van de EN 15804+A2), wat in dit voorbeeld resulteert in 1,29 kg omgezet koolstofdioxide per kg product.

De in het materiaal vastgelegde koolstof af fabriek is dus bekend. In de LCA volgens de Bepalingsmethode worden verliezen die daarna optreden (zoals bouwverlies) meegenomen, door de daarvoor extra benodigde productie, transport, verwerking van het vrijkomende materiaal te rekenen. De waarderingsformule geldt echter alleen voor de koolstof vastgelegd in het product geplaatst in het bouwwerk.

Tabel 2 [Table 9 – Information describing the biogenic carbon content at the factory gate]

Biogenic carbon content	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Biogenic carbon content in product	kg C
Biogenic carbon content in accompanying packaging	kg C
NOTE 1 kg biogenic carbon is equivalent to 44/12 kg of CO ₂ .	

Zoals beschreven wordt voor de voorwaarden waaronder de berekeningsmethodiek kan worden gebruikt, gekeken naar alle milieu-impactcategorieën uit de EN 15804, en naar alle EN 15804 modules A1 tot en met D. Het vertrekpunt daarbij is dat de huidige methode (Bepalingsmethode, EN 15804 en databases als Ecoinvent) alle milieu-impact in alle modules goed beschrijft. De berekeningsmethodiek met de voorwaarden waaronder deze kan worden gebruikt is een aanvulling daarop.

Veel aspecten die van belang zijn bij de berekeningsmethodiek worden al beschreven in de Bepalingsmethode. Dat geldt onder meer voor de levensduur van een product en losmaakbaarheid t.b.v. perspectiefrijke mogelijkheden voor recycling. Indien een product losmaakbaar is kan dat bijvoorbeeld tot een ander scenario einde-leven leiden waardoor producthergebruik een optie wordt.

Kans op dubbeltellingen

Tijdens het onderzoek is onderzocht of er een kans bestaat dat er sprake is van (boekhoudkundige) dubbeltellingen als het vastgelegde biogene koolstof ‘extra’ wordt gewaardeerd en dit ook al verrekend is in CO₂-balansen van duurzaam bosbeheer. Dat is niet het geval.

Binnen de nationale rapportages van broeikasgasemissies aan de VN klimaatconventie worden voor bosbouw en houtgebruik methodes gebruikt (geborgd in de IPCC guidelines die landen moeten gebruiken) die uitsluiten dat er dubbeltellingen plaatsvinden. De basis voor de bepalingen en

berekeningen zijn veranderingen in koolstofvoorraden. Houtoogst resulteert in een evenredige afname in de koolstofvoorraad voor levende biomassa in bos en wordt daarmee impliciet als een bron voor CO₂-emissies onder landgebruik en bosbouw (LULUCF) meegenomen.

Afhankelijk van wat er met het geoogste hout gebeurt zal die koolstof in het geoogste hout vervolgens in een categorie “geoogste houtproducten” worden opgenomen. Bij gebruik voor energieopwekking wordt uitgegaan van instantane emissie (die dus al onder bos wordt geboekt en niet meer bij de energiesector hoeft worden meegenomen). Bij andere toepassingen van hout wordt de koolstof opgenomen in de geoogste houtproducten (harvested wood products, HWP)-pool waaruit het volgens een vervalfunctie met toepassingsafhankelijke halfwaarde-tijden weer vrijkomt (emissie).

Deze rapportage-methodologie zorgt dus voor een harde knip tussen de productie van het hout in het bos (sink zolang de bomen groeien, emissies als ze geoogst worden) en de gebruiksperiode. Koolstof in hout dat geëxporteerd wordt blijft in de HWP-pool van het land waar het hout geoogst is.

Kans op overschatting

Tijdens het onderzoek is onderzocht of er sprake kan zijn van “overschatting”. Dat is niet het geval, om 2 redenen:

- Actieve bosbouw zal over het algemeen leiden tot een toename in de gemiddelde koolstofvastlegging over de beheercyclus ten opzichte van de situatie dat er geen beheer gericht op houtoogst plaatsvindt. Als de vraag naar hout toeneemt, zal ook actief beheer van het bos toenemen, waardoor verwacht mag worden dat de gemiddelde koolstofvastlegging in bos toeneemt als gevolg van de toename in aandacht voor productiviteit (zie bijvoorbeeld ook <http://edepot.wur.nl/390425>). Binnen de Nederlandse bossenstrategie (2020) zijn hier onder andere een aantal van de revitaliseringsmaatregelen voor bos op gericht.
- Op het moment dat hout langer nuttig toegepast wordt dan hergroei in het bos duurt zullen die producten/toepassingen een additionele sink voor koolstof vormen. Het koolstof (uit de door de bomen opgenomen CO₂) blijft langer in de producten dan dat er nieuw koolstof (uit CO₂) wordt opgenomen door het steeds hergroeiende bos. Bij een vaste mate van productie van nieuwe houtproducten zal die additionele sink eerst toenemen, maar vanaf het moment dat producten afgedankt worden zal er op een gegeven moment een nieuwe evenwicht ontstaan van input van vers koolstof in nieuwe producten en output van koolstof uit afgedankte/verbrande producten.

Als steeds meer nieuw hout gebruikt gaat worden of als hout langer toegepast blijft zal de sink langer in stand blijven/toenemen. Op het moment dat er weer minder hout in de bouw gebruikt gaat worden kan het zijn dat die eerdere sink in producten omslaat in een bron van emissies, maar daar is het beleid in principe niet op gericht (die is gericht op het laten toenemen van het gebruik van hout). Hetzelfde zal (waarschijnlijk zelfs sterker) gelden voor het gebruik van andere biomassa-bronnen, bijvoorbeeld uit eenjarige gewassen/gewasresten waarbij de verhouding tussen jaarlijkse vastlegging in biomassa en tijd dat koolstof in afgeleide producten blijft vastgelegd nog veel groter is dan bij hout.

5. Methode voor berekenen van koolstof opname, vastlegging en emissie in biobased materialen

Uit voorgaande twee hoofdstukken blijkt dat de berekening van de vastgelegde hoeveelheid biogeen koolstof in biobased bouwmaterialen al onderdeel is van de huidige LCA methodieken. Conform de EN 15804+A2, de norm voor het opstellen van een LCA van een bouwproduct dient de vastgelegde hoeveelheid biogene koolstof direct na A3 ook gerapporteerd te worden. Dit gegeven biedt de mogelijkheid om hiervan gebruik te maken bij de ontwikkeling van de berekeningsmethodiek voor tijdelijke vastlegging van de hoeveelheid biogene koolstof in biobased bouwmaterialen in de periode dat het materiaal in een bouwwerk wordt toegepast.

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkelde berekeningsmethodiek beschreven en nader toegelicht. Om de werking ervan te toetsen is voor een aantal biobased bouwmaterialen indicatieve berekeningen uitgevoerd.

Uitgangspunt

De opgestelde berekeningsmethodiek heeft betrekking op de (tijdelijke) koolstofvastlegging in een bouw materiaal en schetst de voorwaarden waaronder deze methodiek kan worden toegepast.

De berekeningsmethodiek veronderstelt dat een LCA is opgesteld conform de EN 15804+A2. Bij het opstellen van de LCA moet dus ook voldaan worden aan hetgeen staat vermeld in de EN 15804 en (huidige) Bepalingsmethode dat de balans van klimaatverandering biogeen over de gehele levenscyclus op 0 uitkomt.

De berekeningsmethodiek heeft uitsluitend betrekking op GWP Biogeen van de impactcategorie "klimaatverandering - biogeen" Hierdoor is de methodiek generiek toepasbaar voor alle (bouw)materialen maar zal voor niet-biobased materialen de waarde van 'GWP Biogeen' nul zijn.

De berekeningsmethodiek maakt gebruik van de eis die staat beschreven in de paragrafen 6.4.4 en 7.2.5 'Information on biogenic carbon content' van de EN 15804, waarin staat "Het biogene koolstofgehalte kwantificeert de hoeveelheid biogene koolstof in een bouwproduct dat de fabriekspoort verlaat, en het moet afzonderlijk worden aangegeven voor het product en voor eventuele bijbehorende verpakking." In de EN 15804 wordt voor op hout gebaseerde materialen een suggestie gedaan om de hoeveelheid biogene koolstof te berekenen volgens de EN 16449. Voor andere biobased materialen wordt hiervoor geen voorstel gedaan hoe deze hoeveelheid biogene koolstof te berekenen.

Zoals beschreven wordt voor de voorwaarden waaronder de berekeningsmethodiek kan worden gebruikt, gekeken naar alle milieu-impactcategorieën uit de EN 15804, en naar alle EN 15804 modules A1 tot en met D. Het vertrekpunt daarbij is dat de huidige methoden (Bepalingsmethode, EN 15804 en databases als Ecoinvent) alle milieu-impact in alle modules goed beschrijven. De berekeningsmethodiek met de voorwaarden waaronder deze kan worden gebruikt is een aanvulling op de Bepalingsmethode MilieuPrestatie Bouwwerken zoals deze vandaag met de Bepalingsmethode dient te worden berekend.

Hoofdpijnen van de berekeningsmethodiek voor koolstofvastlegging

In de berekeningsmethodiek is een indeling gemaakt in twee elementen:

1. Biogeen koolstof vastlegging tijdens de gebruiksfase
2. Biogeen koolstof vastlegging na einde 1^e levenscyclus

Ad 1. Dit element heeft betrekking op de hoeveelheid biogeen koolstof welke is vastgelegd in de (biobased) grondstof van het product zoals het in het bouwwerk wordt geplaatst. Dit betekent het biogeen koolstof af fabriek (conform EN 15804 module A3) minus het verlies tijdens de bouwfase (EN 15804 modules A4-A5). Om onnodige complexiteit te vermijden wordt voornamelijk alleen "Gebruik" (EN 15804 module B1) beschouwd en is het uitgangspunt dat er, uitsluitend voor de berekeningsmethodiek, geen biogeen koolstof verloren gaat of (extra) wordt vastgelegd gedurende de gebruiksfase (EN 15804 module B1-7) van het bouwproduct. Vanuit praktisch oogpunt is door de onderzoekers ervoor gekozen de emissies in de modules van de gebruiksfase 'Onderhoud' (B2) en 'Reparaties' (B3) buiten beschouwing te laten in de berekeningsmethodiek.

Ad 2. Dit element van de formule heeft betrekking op de wijze waarop de vastgelegde koolstof in het bouw materiaal wordt overgedragen aan een volgende toepassing.

De berekeningsformule

Als eerste wordt de formule met zijn componenten in onderstaande tekst beschreven gevolgd door de formule zelf.

De hoeveelheid biogene koolstof in het materiaal 'af fabriek' wordt berekend (en de daarmee samenhangende hoeveelheid CO₂ volgens de ' EN 15804, waarin is aangegeven dat deze hoeveelheid apart moet worden gerapporteerd, en daarmee moet worden berekend). Deze hoeveelheid wordt vervolgens vermenigvuldigd met een eerste variabele (V1). Deze vermenigvuldigingsfactor heeft een waarde tussen 0 en 1, waarin diverse aspecten tot uitdrukking kunnen komen samenhangend met milieu-effecten uit module A1 (teelt, oogst, etc.) die mogelijk momenteel niet goed worden gewaardeerd in de bepalingmethode / EN 15804. Deze deelaspecten zijn ook vermenigvuldigingsfactoren en hebben ieder, of mogelijk geclusterd, eveneens een waarde tussen 0 en 1.

De volgende component uit de vermenigvuldiging is een breuk.

In de teller van deze breuk staan de levensduur van het materiaal (in de toepassing; in jaren) en de levensduur van het materiaal na 1^e toepassing (in jaren). Variabele 2 (V2) is wederom een vermenigvuldigingsfactor met een waarde tussen 0 en 1 waarmee onzekerheid rondom de levensduur na 1^e toepassing kan worden verrekend.

In de noemer van de breuk staat de tijd (in jaren) tot direct na de 'kritieke periode' (in jaren). Verondersteld wordt dat emissie van CO₂ na de 'kritieke periode' geen probleem meer is. Deze veronderstelling is door de onderzoekers gebaseerd op Nationale en Europese beleidskaders waarin is opgenomen dat CO₂ emissies in afvalverwerkingsscenario's niet meer zijn toegestaan. Op Nationaal niveau is beleid vastgesteld waarin is aangegeven dat dit vanaf 2050 niet meer is toegestaan. Vanuit een voorzichtigheidsprincipe wordt voorgesteld om deze periode op 100 jaar vast te stellen. De onderbouwing hiervoor is niet direct één bron, maar diverse bronnen, waaronder normen, die uitgaan van 100 jaar beschouwingsperiode (zoals EN 16485).

De formule om de vastlegging van biogeen koolstof te kunnen berekenen, luidt als volgt:

$$Wcb = \left(V_1 * C_b * \frac{44}{12} \right) * \frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}}$$

Waarbij als voorwaarde geldt dat als $L_{p1} + (V_2 * L_{p2}) > T_{kp}$ dan $\frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}} = 1$

Wcb Waardebepaling biogeen koolstof, uitgedrukt in kg CO₂

V_1 Variabele 1

44/12 1 kg biogeen koolstof komt overeen met 44/12 kg CO₂

C_b Biogene koolstof (kg)

L_{p1} Levensduur materiaal in 1^e toepassing (jaar)

V_2 Variabele 2

L_{p2} Levensduur materiaal na 1^e toepassing (jaar)

T_{kp} Tijd tot direct na 'kritieke periode'

Componenten uit de berekeningsformule

- V_1

Deze variabele heeft betrekking op de teelt / bosbouw en oogst (module A1). Uit de inventarisatie is gebleken dat het in dit kader onmogelijk is om te duiden wat precies de impact hiervan is. Als vertrekpunt wordt er van uitgegaan dat deze aspecten door de (huidige) Bepalingsmethode en de inventarisatiedata goed worden beschreven. V_1 dient ervoor om, bij de berekeningsmethodiek voor vastlegging van koolstof, te corrigeren wanneer dat niet het geval is. De waarde van deze variabele is afhankelijk van onderstaande aspecten:

Aspecten	Plaats in het systeem:	Impact op variabele 'V1'	Toetsingsgrondslagen en controleerbaarheid
<i>A) onttrekkingen en emissies als gevolg van teelt:</i>			
- Meststoffen	In Life cycle inventory (LCI)	Nee	
- Gewasbeschermingsmiddelen	in LCI	Nee	
- Effecten van landgebruik	in LCI	Nee	
- Watergebruik	in LCI	Nee	

Aspecten	Plaats in het systeem:	Impact op variabele 'V1'	Toetsingsgrondslagen en controleerbaarheid
- Invloed op biodiversiteit	nee	Nee Dit zou een plek moeten hebben in de LCA, maar behoort niet tot de 'core' of 'additional indicators'.	Voor de berekeningsmethodiek dient hiervoor met een onderbouwde argumentatie een waardering tussen 0 en 1 te worden gegeven.
B) Hernieuwbaarheid (groeitijd / nagroeibaarheid)	Uitgaande van duurzaam beheerd (dan ook in LCI)	Ja Duurzaam beheerd is voorwaarde; ⁵ anders V1 = 0	Voor hout en op hout gebaseerd materialen het overleggen van een certificering volgens: FSC, PEFC, STIP. Voor andere biobased materialen is dit nog nader te bepalen.
C) Kaalkap of ontbossing (native forest)	Als dit het geval is dan vindt volgens EN 15804 declaratie plaats in GWP-luluc (in plaats van GWP-biogeen)	Ja ==>diskwalificatie ; V1 = 0	
D) Verdringing (gewas als bouwproduct in plaats van bijv. voedselproductie (monocultuur). Andere afwenteling, die niet door beschrijvende LCA in beeld wordt gebracht?	Buiten beschouwing	Nader te bepalen	

De ingrediënten voor deze variabelen zullen in het kader van dit onderzoek (grotendeels) kwalitatief worden beschreven.

Bij het testen van de bepalingmethodiek is gebleken dat er aan één belangrijke gestelde voorwaarde momenteel veelal niet wordt voldaan, waarvoor in variabele V_1 moet worden gecorrigeerd. Zoals eerder aangehaald staat in EN 15804+A2: "Het effect van tijdelijke koolstofvastlegging en vertraagde emissies, d.w.z. het verdisconteren van opname en emissies, wordt niet meegenomen in de

⁵ Een duurzaam beheerd bos is op productniveau niet per definitie CO₂-neutraal. Eventuele transformatie van natuurbos naar productiebos heeft volgens de Bepalingmethode / EN 15804 zijn plaats onder GWP – luluc. In de LCA-praktijk zal dit aspect, op basis van standaard data, niet altijd tot uitdrukking komen. Desondanks wordt 'duurzaam beheer' in de berekeningsmethodiek gehanteerd, om redenen van praktische toepasbaarheid.

berekening van GWP. Het effect van permanente biogene koolstofvastlegging wordt evenmin meegenomen in de berekening van GWP". Dit betekent praktisch voor een LCA of EPD dat de uitkomst van de milieu-impactcategorie "Klimaatverandering – biogeen" uit de EN 15804:A2 over alle modules van A1 tot en met D samen (nagenoeg) 0 moet zijn. Bij veel EPD's wordt voor GWP biogeen echter per saldo een negatieve waarde gedeclareerd waarmee de koolstofvastlegging zoals onderwerp van dit onderzoek, tegen de regels in al is opgenomen in de LCA. Ook wanneer generiek wordt gerekend met bijvoorbeeld uitsluitend productie van een houten balk en de volledige verbranding ervan komt de score niet automatisch uit op 0. De opname van CO₂ overtreft de emissie met een grofweg een factor twee. De volgens EN 15804 niet kloppende balans bij GWP-biogeen geldt dus eveneens voor categorie 3 productkaarten in de NMD. Hiervoor zijn meerdere redenen. De belangrijkste twee zijn waarschijnlijk: de Ecoinvent allocatie op andere dan fysische eigenschappen (waarvoor is gecorrigeerd vanaf versie 3.8) en het feit dat veel brondata voor productie wordt gegeven per m³ en voor een bepaald vochtpercentage, terwijl massa (kg) worden gebruikt waarbij de dichtheid niet altijd duidelijk is. Merk op dat dit ook doorwerkt in GWP-Total (zie Tabel 1).

Het voorstel is om met prioriteit foutieve informatie met betrekking tot GWP-biogeen uit de NMD kaarten te halen.

- *Hoeveelheid biogene koolstof*

Dit betreft de hoeveelheid biogene koolstof opgeslagen in het bouw materiaal geplaatst in het bouwwerk.

Wijze van berekenen: biogene koolstof af fabriek (module A3; berekening volgens EN 15804) minus verlies in de bouw fase (modules A4-A5)

- *Levensduur product*

Dit is de levensduur van het biobased bouw materiaal zoals dit wordt toegepast in het bouwwerk en betreft Gebruik (B1) uit de Gebruiksfase.

De levensduur wordt voor alle categorie 1, 2 en 3 productkaarten⁶ nu al vastgesteld ten behoeve van de LCA. De referentielevensduur wordt door de producent (of brancheorganisatie) onderbouwd gedeclareerd voor categorie 1 en 2. Voor categorie 3 wordt als basis gebruik gemaakt van de referentielevensduur per type bouw materiaal uit de SBR-publicatie "Levensduur van bouwproducten" [SBR, 2011].

- *Levensduur na 1^e toepassing*

Dit betreft de levensduur na de eerste gebruiksfase van het bouw materiaal, dus vanaf module C1.

Deze levensduur is zeer kort in het geval van stort en/of verbranding en zal langer zijn naarmate gefundeerd kan worden aangetoond dat een volgende toepassing garandeert dat de opgeslagen CO₂ langer wordt vastgehouden.

⁶ Categorie 1 = producent-specifiek; categorie 2 = branche-specifiek; categorie 3 = generiek

Aan de hand van de verwerkingsscenario's einde leven wordt bepaald wat er met het product gebeurt door middel van een procentuele verdeling over:

- producthergebruik
- materiaalrecycling
- verbranding
- stort
- ('laten zitten')

Deze scenario's komen overeen met de scenario's zoals deze voor bouwmaterialen staan vermeld in het ('levende') bestand 'forfaitaire waarden verwerkingsscenario's einde leven' op de NMD-website. Indien een fabrikant gefundeerd en onderbouwd kan aantonen dat een scenario voor zijn/haar product hiervan afwijkt, kan het desbetreffende scenario worden gehanteerd. Deze beoordeling is reeds onderdeel van de verplichte review door een LCA deskundige voor opname van de LCA in de NMD. De forfaitaire scenario's voor biobased materialen zijn onderwerp van het onderhavige onderzoek maar hebben niet geleid tot concrete aanvullingen die leiden tot uitbreiding of aanpassing van de scenario's. De huidige werkwijze, met een tabel einde-leven-scenario's, die beschikbaar is op de website van NMD en aangewezen vanuit de Bepalingsmethode, is ook geschikt voor biobased materialen.

Vooralsnog is onderscheid te maken in producthergebruik en materiaalrecycling (die tot verlenging van de koolstofvastlegging leiden) en verbranding waarbij er van vastlegging geen sprake meer is. We stellen voor stort (en 'laten zitten') eveneens te beschouwen als opheffing van de vastlegging.

Daarbij is het voorstel om (uitsluitend voor de berekeningsformule) voor hergebruik en recycling uit te gaan van een levensduur die gelijkstaat aan die van de oorspronkelijke levensduur van het product wanneer het wordt hergebruikt. Variabele 2 is onder meer bedoeld om voor de onzekerheid daaromtrent te corrigeren.

- V2

De waarde van deze variabele wordt berekend aan de hand van onderstaande factoren:

a) Verwerkingsscenario einde leven

Om voor onzekerheid van de duur van de volgende toepassing bij hergebruik en recycling te corrigeren wordt voorgesteld een basisfactor van 0,2 aan te houden. Deze factor komt daarmee overeen met de generieke factor voor hergebruik (H) van 0,2 vanuit de Bepalingsmethode.

b) Garanties en bewijsvoering van hergebruik na 1^e toepassing.

De basisfactor 0,2 kan worden verhoogd onder bepaalde nader uit te werken voorwaarden, zoals aannemelijkheid over producthergebruik en materiaalrecycling. Bij een tweede leven moet worden gebruik gemaakt van de generieke factor voor hergebruik (H) van 0,2 of van een nieuwe productkaart van het her te gebruiken bouwproduct volgens het stuk "CB'23- Leidraad 'Toekomstig hergebruik – prestatie-eisen voor volgende cycli'".

- *Tijd tot aan kritieke periode*

Dit is de tijdsperiode tot aan het jaartal waarin verondersteld wordt dat emissie van CO₂ geen probleem meer is. Deze periode heeft een relatie met de nationale klimaatdoelen⁷ zoals die zijn vastgelegd in de Klimaatwet moeten zijn behaald.

Voorgesteld wordt om deze periode op 100 jaar vast te stellen.

Omdat er geen bewijzen zijn dat het probleem van klimaatverandering na de kritieke periode is opgelost en, daarmee samenhangend, geen bewijs dat er na deze kritieke periode geen broeikasgassen zullen worden geëmitteerd, blijft er bij toepassing van een waarderingsformule risico op temporele afwenteling (namelijk na die kritieke periode).

⁷ De volgende doelstellingen van het klimaatbeleid voor 2030 en 2050 wettelijk zijn verankerd:

- a) Nederland moet in 2050 de uitstoot van broeikasgassen met 95% gereduceerd hebben t.o.v. 1990;
- b) Voor 2030 is een tussentijds streefdoel gesteld van 49% broeikasgasreductie; en
- c) Voor 2050 is, eveneens als streefdoel, opgenomen dat de elektriciteitsproductie 100 % CO₂-neutraal is.

Rekenvoorbeeld

In dit voorbeeld berekenen we de Wcb (waardering biogeen koolstof, uitgedrukt in kg CO₂-eq.). Het voorbeeld dat we gebruiken is een vrijdragende vloer van Europees naaldhout. Dit product wordt onderverdeeld in Balken en Bekleding. In het rekenvoorbeeld hieronder zie je de uitkomst van de Wcb van de balken wanneer de variabelen hiervan in de formule worden toegepast.

Voor de balken die in de vloer worden gebruikt kunnen we de volgende waarden voor de variabelen vinden in de database van de NMD:

$$V_1: 1$$

$$C_b: 9,3 \text{ kg}$$

$$L_{p1}: 75 \text{ jaar}$$

$$V_2: 0,5$$

$$L_{p2}: 75 \text{ jaar}$$

$$T_{kp}: 100 \text{ jaar} \quad Wcb = \left(V_1 * C_b * \frac{44}{12} \right) * \frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}}$$

$$Wcb = \left(1 * 9,3 * \frac{44}{12} \right) * \frac{75 + (0,5 * 75)}{100}$$

$$\text{Wanneer } L_{p1} + (V_2 * L_{p2}) > T_{kp} \text{ dan } \frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}} = 1$$

$$Wcb = \left(1 * 9,3 * \frac{44}{12} \right) * 1$$

$$Wcb = 34,1 \text{ kg Co2}$$

De Wcb voor de balken van de vloer is 34,1 kg CO₂. Als we de formule op dezelfde manier gebruiken voor de bekleding komen we uit op 21,12 kg CO₂. De totale Wcb van de vrijdragende vloer van Europees naaldhout is 55,22kg CO₂. Daar tegenover staat de fossiele uitstoot in GWP-totaal (kg CO₂). Dat komt neer op 4,50498 volgens de NMD viewer.

6. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Het doel van het onderzoek was een advies te geven over de technische uitwerking van de waardering van de milieueffecten van de tijdelijke vastlegging van koolstof in biobased bouwmaterialen binnen de huidige levenscyclusanalyse -systematiek en het via deze waardering bepalen of deze vastgelegde hoeveelheid biogene koolstof een bijdrage kan leveren aan de klimaatdoelen zoals vastgesteld voor de gebouwde omgeving in 2050.

Conclusie van het onderzoek, en daarmee het antwoord op de hoofdvraag van het onderzoek, is als volgt:

De hoeveelheid biogene koolstof die vastligt in een bouw materiaal kan middels de ontwikkelde berekeningsmethodiek worden berekend voor de periode dat deze biogene koolstof vastligt in het materiaal en in de handel wordt gebracht. De berekening heeft daarbij betrekking op zowel de eerste toepassing als eventueel hergebruik. Voorwaarde is dat een LCA is opgesteld conform de EN 15804+A2 én voldaan is aan de voorwaarde uit deze norm dat de hoeveelheid biogene koolstof in het materiaal dat de fabriekspoort verlaat apart is gerapporteerd.

Dit is derhalve conform het uitgangspunt voor het onderzoek dat een milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) wordt uitgevoerd van een bouw materiaal volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken en de daaraan ten grondslag liggende methodieken voor het opstellen van een LCA, met als voornaamste de Europese norm; EN 15804+A2.

De methodiek neemt ook de door de opdrachtgever geformuleerde beleidsaspecten in ogenschouw:

- De berekeningsmethodiek resulteert niet in een afwenteling op andere milieueffecten (uitputting, ozonlaag, verzuring, menselijke toxiciteit etc.) die binnen de Global Warming Potential (GWP)-categorieën vallen als gevolg van de bosbouw of teelt van biobased grondstoffen.
- De berekeningsmethodiek resulteert niet in een toename van CO₂ uitstoot na het 'vrijkomen' van de koolstof kort na 2050.

Andere aspecten waar rekening mee gehouden is:

- De begripsbepaling over hernieuwbare grondstoffen sluit aan bij definities zoals deze in opdracht van Stichting Nationale Milieudatabase zijn vastgesteld;
- De berekeningsmethodiek past binnen de internationale methodiek voor het opstellen van Levenscyclusanalyses (LCA) voor bouwproducten;
- duidelijk is welke levensduur van bouwproducten wordt gehanteerd;
- Verwerkingsscenario's einde-leven sluiten aan bij nog te verschijnen studie in opdracht van de Stichting Nationale Milieu Database hiernaar;
- Er wordt aangesloten bij ontwikkelingen binnen het Europese kader van regelgeving en het CE Action Plan;
- Er vindt geen dubbeltelling plaats door de waardering van het vastgelegde biogene koolstof met de verrekening in CO₂-balansen van duurzaam bosbeheer;
- Er is bij de waardering van het vastgelegde biogene koolstof geen sprake van onverschotting.

Uitkomsten van het onderzoek zijn:

- Het resultaat is een formule waarmee de waarde van de vastgelegde biogene koolstof in GWP, rekening houdend met duurzaamheid bosbeheer (V1), levensduur, hergebruik (V2) berekend kan worden
- De uitkomst van de formule drukt de hoeveelheid, voor een zekere periode vastgelegde, biogene koolstof in een biobased bouw materiaal uit in een hoeveelheid CO₂ in kilogrammen.
- In de berekeningsmethodiek worden variabelen meegewogen voor onder andere duurzaam bosbeheer, herbruikbaarheid, losmaakbaarheid en verwerkingsscenario's.
- De CO₂-balans gedurende de hele levenscyclus wordt in een LCA volgens de Bepalingsmethode in principe volledig in rekening gebracht. De hoeveelheid biogene koolstof in bouwproducten wordt volgens de huidige norm EN 15804+A2 al gerapporteerd. Het gaat om de hoeveelheid biogene koolstof die tijdens de groeifase is opgenomen, en wordt gealloceerd aan dat deel dat als bouw materiaal de fabriekspoort verlaat. De berekende waarde van deze vastgelegde biogene koolstof in GWP mag en kan ook niet verrekend worden met de uitkomsten van een LCA.
- Hoewel de berekeningsmethode is gericht op biobased bouwmaterialen is de berekeningsmethodiek ook in het algemeen toepasbaar.

De uitkomst van de berekeningsmethodiek kan worden toegepast in de beleidsmatige uitwerking van de waardering van de tijdelijke vastlegging van koolstof in biobased bouwmaterialen. Het is aan beleidsmakers of en zo ja op welke wijze (tijdelijk) opgeslagen biogene koolstof in biobased bouwmaterialen wordt gewaardeerd en of daarbij gebruik gemaakt gaat worden van de ontwikkelde berekeningsmethodiek.

De onderzoekers zijn zich terdege bewust van zowel de maatschappelijke discussie, als de discussies die onderzoekers hebben gehad met een aantal klankbordgroepleden en discussies die klankbordgroepleden onderling hebben gevoerd tijdens dit onderzoek. Voornaamste aandachtspunten en bezwaren die door diverse klankbordgroepleden zijn aangedragen:

- Uitgangspunt zou moeten zijn: de milieukundige modellering van bouwwerken. Deze berekeningsmethodiek maakt gebruik van gegevens van een milieukundige LCA, maar staat op zichzelf. Deze berekeningsmethodiek volgt niet de milieukundige modellering die is ondergebracht in de Bepalingsmethode.
- Er wordt gebruik gemaakt van een niet-met EN15804 geharmoniseerde norm, de EN16485, als onderbouwing voor in de berekeningsmethodiek aangenomen "Tijd tot een de kritieke periode";
- Is de aanname van de tijdsperiode tot net na de kritieke periode (100 jaar in de berekeningsmethodiek) realistisch in relatie tot de klimaatproblematiek?
- CO₂-neutraliteit van het systeem als geheel, in verband met carbon debt, dient uitgangspunt te zijn voor het waarderen van biogene koolstof vastgelegd in biobased materialen;
- De leden van de klankbordgroep concludeerden niet eenduidig dat de berekeningsmethodiek niet leidt tot dubbelrekening, zoals vermeld in hoofdstuk 4;

- De leden van de klankbordgroep concludeerden niet eenduidig dat de berekeningsmethodiek niet leidt tot overschatting, zoals vermeld in hoofdstuk 4;
- Wat zijn de gevolgen van het stimuleren van het gebruik van (meer) biobased bouwmaterialen op de beschikbaarheid van biomassa grondstoffen en invloed op marktwerking?
- De methodiek houdt te weinig rekening met de demonteerbaarheid van materialen in gebouwen.

Dit zijn terechte vraagstukken die een rol spelen. De onderzoekers hebben er vanuit pragmatische benadering en voorzichtigheidsprincipe voor gekozen deze vraagstukken niet te behandelen in de technische uitwerking, maar dit over te laten aan de beleidsmakers. Reden hiervoor is dat het meenemen van deze vraagstukken meer een beleidskwestie is in relatie tot de vraag of het wel of niet wenselijk is om biobased bouwmaterialen te waarderen dan op het technische vraagstuk 'op welke wijze kan de waardering van de CO₂-opslag en – emissies van biobased bouwmaterialen worden bepaald'.

Bij de in dit rapport ontwikkelde berekeningsmethodiek wordt dat aspect van de LCA als gegeven beschouwd en wordt vervolgens alleen gerekend om de hoeveelheid biogeen koolstof die is vastgelegd in het product 'af fabriek' te bepalen. Het uitgangspunt van de EN 15804+A2 dat de koolstofbalans over de gehele levensduur nul moet zijn vormt hiervoor geen belemmering. De hoeveelheid biogeen koolstof in een bouw materiaal moet volgens de EN15804+A2 al gerapporteerd worden en vereist daarom geen aanpassing van de norm op dit gebied.

Dit is een belangrijk gegeven omdat daarmee voorkomen wordt dat een nieuwe rekenmethodiek moet worden ontwikkeld om de hoeveelheid vastgelegde biogeen koolstof te berekenen en te kunnen waarderen. Door gebruik te maken van bestaande methodieken, is de in dit onderzoek ontwikkelde berekeningsmethodiek breed toepasbaar om vastlegging van alle soorten biobased bouwmaterialen te kunnen waarderen en beperkt de methodiek zich ook niet tot in Nederland opgestelde LCA's of andere rekenmethodieken.

Ook voor diverse andere gegevens die belangrijk zijn voor de berekeningsmethodiek, zoals de levensduur van bouwmaterialen en de verwerkingsscenario's einde-leven, kan gebruik worden gemaakt van data en richtlijnen die in gebruik zijn binnen het stelsel van de milieuprestatie van bouwwerken. Deze gegevens zijn immers net zo belangrijk voor het opstellen van de LCA.

Om afwenteling op andere milieuaspecten te voorkomen bij het gebruik van de berekeningsmethodiek wordt eveneens gebruik gemaakt van de (bestaande) LCA-methode. Uitgangspunt is dat een LCA volgens Bepalingsmethode (en dus EN 15804) alle milieueffecten goed in beeld brengt en dus ook eventuele afwenteling. Door middel van variabelen in de berekeningsmethodiek voor de vastlegging van biogeen koolstof wordt vervolgens geborgd dat aan belangrijke voorwaarden (zoals hergebruik en duurzaam beheerde teelt) ook daadwerkelijk wordt voldaan.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van het uitgevoerde onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Neem bij de afweging of de vastgelegde hoeveelheid biogene koolstof gaat worden gewaardeerd goed de vraagstukken die zijn aangedragen door de diverse klankbordgroepleden in overweging:
 - Vindt er geen (boekhoudkundige) dubbeltelling plaats van CO₂ als de vastgelegde hoeveelheid biogene koolstof wordt gewaardeerd?

- Wat kan de impact zijn van waardering van biogene koolstof op de carbon debt?
- De NMD kaarten moeten correcte informatie weergeven over biogene koolstof

Bovenstaande punten waren niet als dusdanig onderdeel van het onderzoek en zijn gerelateerd aan het beleidsmatige vraagstuk of de (Nederlandse) overheid middels waardering van vastgelegde biogene koolstof de toepassing van biobased bouwmaterialen wil stimuleren. Bovengenoemde vraagstukken vereisen dus nader onderzoek in het kader van het opstellen van het beleid.

Hieronder staan een aantal overige conclusies en aanbevelingen die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen.

- Breid de data in de NMD uit met het prestatiekenmerk 'Vastgelegde koolstof in het materiaal' conform de eis in de paragrafen 6.4.4 en 7.2.5 'Information on biogenic carbon content' van de EN 15804. Voor het uitvoeren van de berekeningsmethodiek moeten een aantal invoergegevens worden gebruikt. Deze gegevens vormen onderdeel van LCA rapportages, maar zijn daarmee niet altijd openbaar beschikbaar.
- Instrueer Erkende toetsers nadrukkelijk om bij de toetsing bij opname van biobased producten in de NMD deze berekening van biogeen koolstof goed te controleren.
- Doe navraag bij het IPCC of zij dit een realistische tijdspanne vinden. Onderdeel van de berekeningsmethodiek is de factor 'tijd tot direct na 'kritieke periode''. Dit betreft de tijdspanne tot aan het jaartal waarin verondersteld wordt dat de emissie van CO₂ geen probleem meer is. Deze periode is in de berekeningsmethodiek nu op 100 jaar gesteld.
- Met betrekking tot de levensduur van (biobased) bouwmaterialen. In de Bepalingsmethode wordt momenteel voor de referentielevensduur per type bouw materiaal bouwmaterialen verwezen naar een SBR-publicatie "Levensduur van bouwproducten" [SBR, 2011] . Deze lijst dateert echter van 2011 en bevat beperkt biobased bouwmaterialen. Geadviseerd wordt om deze lijst, die onder beheer is van ISSO, te actualiseren en aan te vullen met de levensduur van biobased bouwmaterialen.

Bijlage 1: Samenstelling projectteam en klankbordgroep

Projectteam

Jos Verlinden	Ministerie van BZK, sr beleidsmedewerker B&B
Jeroen Kanselaar	SGS Search
Harry van Ewijk	SGS Search
Berend Casper	SGS Search
Jan-Willem Groot	Stichting Nationale Milieudatabase

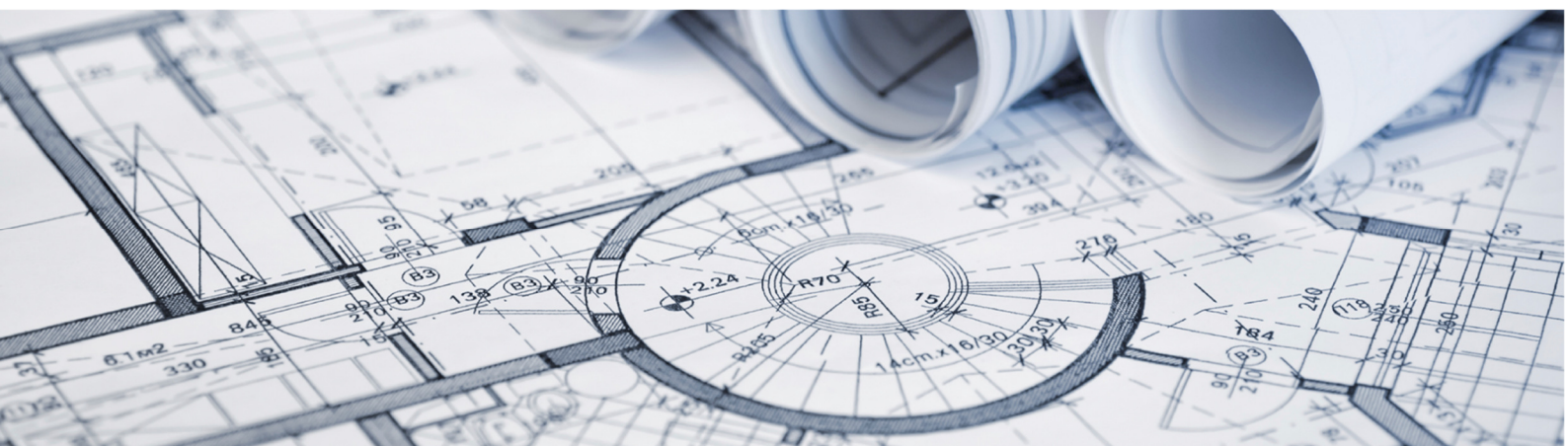
Klankbordgroep

Fred van der Burgh	Bestuurslid Stichting Agrodome
Erik Dekker	Onderzoeker RIVM
Dieter de Lathauwer	FOD Volksgezondheid/DG Milieu, België
Eric Arets	WUR Environmental Research
Arnold Tukker	Universiteit Leiden CML, hoogleraar industriële ecologie
Jan-Willem van de Kuilen	TU Delft, hoogleraar biobased constructies en materialen
Jan Willem van de Groep	Gideon
Coen van Rooyen	Directeur WoningBouwersNL
Kirsti Pol	Buro Kade, Ontwerpbureau van nieuwe stadmakers, klankbordgroeplid namens BNA
Niels Ruijter	Directeur NVTB
Herman Scholten (voorzitter)	Ministerie van BZK (tot 1 maart 2022)
Jelle Bluemink (voorzitter)	Ministerie van BZK (vanaf 1 maart 2022)

Bijlage 2: Notitie voor Klankbordgroep van 2 november 2021

Notitie voor Klankbordgroep

Waardering milieueffecten CO₂-opslag bio-based materialen



Onderzoeksgegevens

Type onderzoek: Onderzoek waardering milieueffecten CO2-opslag bio-based materialen
Rapportage: Notitie voor Klankborggroep
Projectnummer: 29.21.00044

Opdrachtgever

Opdrachtgever: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Contactpersoon: Dhr. J. Verlinden

Opdrachtnemer

Opdrachtnemer: SGS Search Ingenieursbureau B.V.
Contactpersoon: Jeroen Kanselaar
Bezoekadres: Meerstraat 2
Postcode en plaats: 5473 AA Heeswijk
Telefoonnummer: 088 – 214 66 00
Website: www.sgssearch.nl
E-mail: jeroen.kanselaar@sgs.com

Colofon rapportage

Adviseur: J. Kanselaar
Gecontroleerd door: H. van Ewijk
Document versie: Versie 2 (concept)
Rapportagedatum: 2 november 2021

Inhoudsopgave

1. **ONDERZOEKSVRAGEN** ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
 2. **DEFINITIE LIJST** ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
 3. **RELEVANTE BEPALINGEN EN BESCHRIJVING HUIDIGE METHODIEK** ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
 - 3.1 Inleiding **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.2 EN 15804+A2 (oktober 2019) **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.3 EN 16760:2015 Bio-based producten – Levenscyclusanalyse **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.4 EN 16485:2014 **Error! Bookmark not defined.**
 4. **EERSTE INVENTARISATIE BIO-BASED GRONDSTOFFEN & BOUWMATERIALEN** ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
- BIJLAGE: OPZET INDELING ONDERZOEKSRAPPORT** ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1. Onderzoeksvragen

Door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) is de volgende centrale onderzoeksvraag vastgesteld:

‘Op welke wijze kan de waardering van de CO₂-opslag en -emissie van bio-based bouwmaterialen over de hele levenscyclus worden bepaald en verdisconteerd in een milieuprestatie van een bouwproduct?’

Als bijbehorende sub onderzoeksvragen zijn gesteld:

1. Als de CO₂-opslag in de productiefase van een bouw materiaal is bepaald, wat resteert er dan bij einde levensduur van het product en wat wordt doorgegeven in de verwerkingsscenario's?
2. Wat is de relatie in milieueffecten tussen CO₂-opslag bio-based materialen en landgebruik (o.a. bosbouw en teelt)?

Bovenstaande centrale onderzoeksvraag en de twee subvragen zijn door SGS Search als volgt samengevat als leidraad voor het onderzoek:

Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een systematiek voor de waardering van de opname, opslag en emissie van (biogeen) koolstof. Voor de opname, opslag en emissie dient de milieu-impactcategorie “Klimaatverandering – biogeen” uit de EN 15804:A2 als vertrekpunt. Voor de waardering dienen de milieucategorieën uit de EN 15804:A2 als vertrekpunt. Het onderzoek richt zich op bio-based bouwproducten, echter de systematiek dient generiek toepasbaar te zijn voor alle bouw.

Als scope voor dit onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De te ontwikkelen systematiek is werkzaam voor bouwproducten waarvan eenduidig en controleerbaar de prestatieverklaringen beschikbaar zijn.
- Gericht op toekomstige bouw en toepassing van materialen in toekomstige bouwwerken.
- Binnen het onderhavige project wordt alleen gerekend met bestaande bio-based producten die, tijdens de onderzoeksperiode, vrij verkrijgbaar op de markt zijn.
- De systematiek die wordt ontwikkeld dient een bijdrage te leveren aan de klimaatambities 2050 van de Nederlandse overheid.

2. Definitie lijst

Doel van onderstaande lijst is eenduidigheid te geven over de gebruikte begrippen en hun definities in het kader van dit onderzoek. De definities zijn geen eigen interpretaties maar allen afkomstig uit bestaande normen of instanties zoals de EN 16757 (Bio-based products – vocabulary), Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken en Lexicon Circulair Bouwen van Platform CB'23.

- Bio-based
Afgeleid van biomassa
- Bio-based bouwen
Bio-based bouwen is bouwen met bio-based bouwmaterialen en/of toepassing van bio-based producten.
- Bio-based koolstofgehalte
Fractie koolstof afkomstig uit biomassa in een product.
- Bio-based product
Product geheel of gedeeltelijk afgeleid van biomassa.
- Bio-geen koolstof
Koolstof verkregen uit, of vastgelegd in, biomassa
- Biomassa
Materiaal van biologische oorsprong met uitzondering van materiaal dat is ingebed in geologische formaties en/of gefossiliseerd.
- Bouwproduct
Item vervaardigd of bewerkt voor opname in bouwwerken
Opmerking 1: Bouwproducten zijn items door een enkele verantwoordelijke instantie geleverd.
Opmerking 2: Aangepast van de definitie in 6707-1:2004 volgens de aanbeveling van ISO / TC 59/AHG Terminologie. EN 15643-1]
Opmerking 3: Bouwproducten zijn opgebouwd uit één of meerdere materialen. Onderscheiden worden generieke en specifieke Bouwproducten.
- Bouwwerken
Alles dat wordt geconstrueerd of het resultaat is van bouwactiviteiten.
Dit kunnen zowel gebouwen zijn als objecten uit de grond-, weg- en waterbouw.
- Circulair bouwen
Circulair bouwen is het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten door gebruik te maken van zoveel mogelijk hernieuwbare grondstoffen. Bouwen op een wijze die economisch, sociaal cultureel en ecologisch verantwoord is. Hier en daar, nu en later.
- Hernieuwbare grondstof
Grondstof uit een bron die wordt geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd op een menselijke tijdschaal
Een hernieuwbare hulpbron kan worden uitgeput, maar toch oneindig blijven bestaan met goed rentmeesterschap. Voorbeelden hiervan zijn: bomen in bossen, grassen in grasland, vruchtbare grond. Een hernieuwbare grondstof kan van zowel abiotische als biotische oorsprong zijn.
- Hernieuwbaar materiaal
Materiaal dat is geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen.
- Levenscyclusanalyse (LCA)

Methode voor de vaststelling en evaluatie van de ingaande en uitgaande stromen, en potentiële milieueffecten van een productsysteem gedurende zijn levenscyclus.

- **Massabalans**
Relatie tussen input en output van een bepaalde stof binnen een systeem waarin de output van de systeem kan de invoer in het systeem niet overschrijden.
- **Milieukostenindicator (MKI)**
Met de MKI (milieukostenindicator) op bouwwerkniveau, wordt bedoeld op de totale milieubelasting gedurende de levensloop van het bouwwerk (inclusief de milieubelasting of -winst die in module D gedeclareerd wordt). Hierbij is rekening gehouden met de hoeveelheden product die in het bouwwerk zijn toegepast, én met het aantal productvervangingen.
- **Milieu-Prestatie Gebouw (MPG)**
ij de B&U (gebouwen) kan de MKI omgezet worden in de MPG – Milieu Prestatie Gebouwen. Hierbij wordt de totale belasting teruggerekend naar een functionele eenheid gebouw (per m² BVO per jaar).

3. Relevante bepalingen en beschrijving huidige methodiek

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn relevante passages uit de meest relevante normen, PCR- en andere documenten. Het is geen uitputtend overzicht, maar indien relevante stukken ontbreken horen we dat graag.

Voor EN 16575:2014, Biobased producten – Woordenlijst verwijzen we naar hoofdstuk 2 Begrippenlijst.

In de volgende paragraaf wordt allereerst EN 15804+A2:2019 Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten behandeld, de basis PCR voor EPD van bouwproducten.

Belangrijke algemene LCA-uitgangspunten voor EN 15804 zijn EN ISO 14040:2006, EN ISO 14044:2006, EN ISO 14025:2010, ISO 21930:2017 en International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook uit 2010. Deze algemene LCA normen, -methoden en systemen worden in het kader van het SGS Search onderzoek niet nader beschreven. De “Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method” uit 2019 die als bron in de EN 15804 is genoemd is bekeken, waarna de conclusie is getrokken dat de relevante passages zijn geharmoniseerd met de EN 15804.

In de twee erop volgende paragrafen worden EN 16760:2015 (Bio-based producten – Levenscyclusanalyse) en EN 16485:2014 (PCR voor houtproducten en op hout gebaseerde producten voor gebruik in de bouw) behandeld.

De volgende drie zijn (nog) niet opgenomen:

- EN 16449:2014
Hout en op hout gebaseerde producten - Berekening van de opname en vastlegging van kooldioxide uit de atmosfeer
- NPR-CEN/TR 16957:2016
Biobased producten - Richtlijnen voor Life Cycle Inventory (LCI) voor de End-of-life-fase.
- ISO 14067:2018
Broeikasgassen - Carbon footprint van producten - Eisen en richtlijnen voor kwantificering

Er zijn meer normen voor hout en houtproducten dan voor biobased materialen en producten in het algemeen. De houtdocumenten kunnen inzicht verschaffen dat breder toepasbaar is.

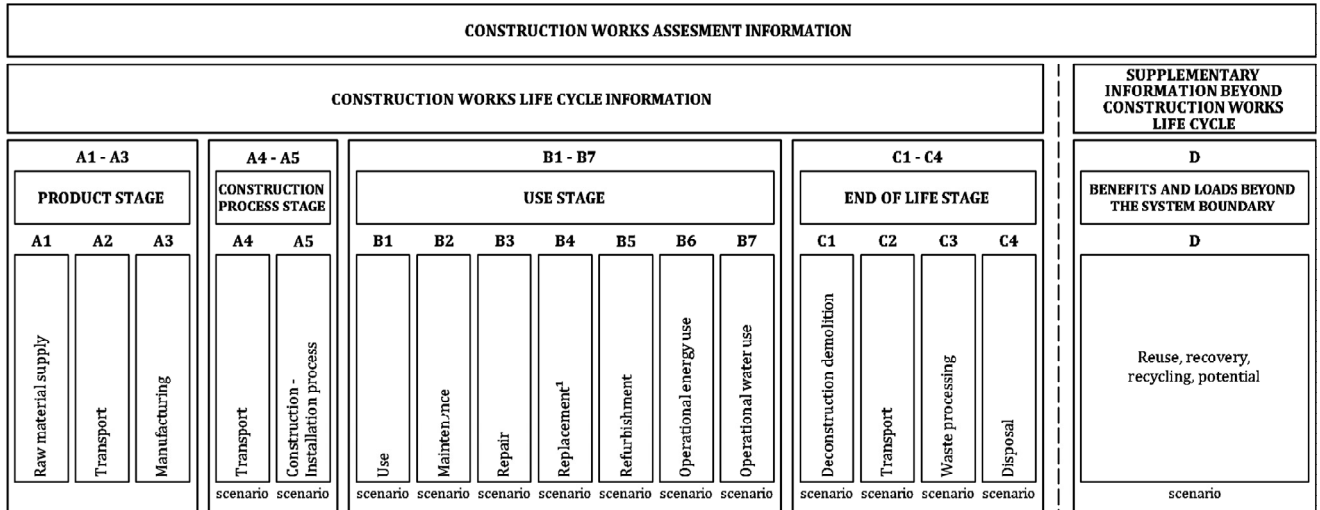
3.2 EN 15804+A2 (oktober 2019)

EN 15804+A2 (“Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products”) is het uitgangspunt voor de huidige bepalingmethode. Hierna zijn relevante passages letterlijk overgenomen in de taal van de norm (Engels), voorafgegaan door het paragraafnummer en de -titel. Dit is aangegeven door de tekst te laten inspringen.

Er is door de onderzoekers voor gekozen niet apart aandacht te besteden aan de EN 15804:2012 die wel nog de basis vormt voor de “set 1” karakterisatiefactoren uit de huidige bepalingmethode. De reden hiervoor is dat na een overgangperiode “set 1” vervalt en de “set 2” karakterisatiefactoren op basis van EN 15804+A2 de enige set is.

5.2 Types of EPD with respect to life cycle stages covered

All construction products and materials shall declare modules A1-A3, modules C1-C4 and module D.



Figuur 4 (fragment) Figure 1 ... life cycle stages and modules for the construction works assessment

Merk op: op basis van scenario's vanaf module A4 tot en met module D. Zie 6.3.9 in de norm.

5.3 Comparability of EPD for construction products

... — the elementary flows related to material inherent properties, such as biogenic carbon content, the potential to carbonate or the net calorific value of a material, are considered completely and consistently, as described in this standard.

5.4.3 Additional information on carbon offset, carbon storage and delayed emissions

Carbon offset processes are not part of the product system under study. Carbon offset shall not be included in the calculation of the GWP.

NOTE A carbon offset is a reduction in emissions of carbon dioxide or other greenhouse gases made in order to compensate for an emission elsewhere.

The effect of temporary carbon storage and delayed emissions, i.e. the discounting of emissions and removals, shall not be included in the calculation of the GWP. The

effect of permanent biogenic carbon storage shall also not be included in the calculation of the GWP.

“The effect of temporary carbon storage and delayed emissions...” en “The effect of permanent biogenic carbon storage” is waar dit project om draait.

6.3.4 Reference service life (RSL)

De levensduur van een bouw product is onderdeel van het project. We hebben ervoor gekozen de passages over de levensduurbepaling niet in dit overzicht op te nemen. Naast paragraaf 6.3.4 staat in EN 15804 ook onder 7.3.3.2 (Reference service life) en Annex A (Requirements and guidance on the reference service life) relevante informatie.

6.3.5.5 End-of-life stage

The degradation of a product’s biogenic carbon content in a solid waste disposal site, declared as GWP-biogenic, shall be calculated without time limit. Any remaining biogenic carbon is treated as an emission of biogenic CO₂ from the technosphere to nature. For the time period applicable to all other disposals see 6.3.8.2.

NOTE 4 Waste disposals for products containing biogenic carbon declared as GWP-biogenic are modelled as closely to reality as possible based on current practices.

6.3.8.2 Data quality requirements

... — the time period over which inputs to and outputs from the system shall be accounted for is 100 years from the year for which the data set is deemed representative. However, for solid waste disposal of products containing biogenic carbon declared as GWP-biogenic, see 6.3.5.5;

6.3.9 Developing product level scenarios

Scenarios shall be provided only for the environmental assessment. A scenario shall be based on the relevant technical information defined in this standard (see 5.4 and 7.3, for additional information). The kind of technical information the scenario is based on, is described in 7.3. With the help of the scenario, the predetermined indicators of the EPD are derived by applying the calculation rules given in this standard.

Scenarios shall support the calculation of information modules covering processes that deal with any one or all of the life cycle stages of the construction product except for modules A1–A3; scenarios shall support the assessment of the environmental performance of a building in its life cycle stages “construction, use stage, end of life” (see Figure 1).

A scenario shall be realistic and representative of one of the most probable alternatives. (If there are, e.g. three different applications, the most representative one, or all three scenarios shall be declared). Scenarios shall not include processes

or procedures that are not in current use or which have not been demonstrated to be practical.

EXAMPLE 1 A recycling system is not practical if it includes a reference to a return system for which the logistics have not been established.

EXAMPLE 2 Energy recovery needs to be based on existing technology and current practice.

6.4.3 Allocation of input flows and output emissions / 6.4.3.1 General

Irrespective of the allocation approach chosen for a co-production process or for secondary flows crossing the system boundary between product systems, specific inherent properties of such coproducts or flows, for example calorific content, composition [biogenic carbon content, CaO/Ca(OH)₂ content, etc.], shall not be allocated but always reflect the physical flows.

(En soortgelijk in 6.4.3.2 Co-product allocation.)

6.4.1 Information on biogenic carbon content

The biogenic carbon content quantifies the amount of biogenic carbon in a construction product leaving the factory gate, and it shall be separately declared for the product and for any accompanying packaging (see 7.2.5).

NOTE The biogenic carbon content of wood based products can be measured or calculated according to EN 16449, Wood and wood-based products — Calculation of the biogenic carbon content of wood and conversion to carbon dioxide.

If the mass of biogenic carbon containing materials in the product is less than 5 % of the mass of the product, the declaration of biogenic carbon content may be omitted.

If the mass of biogenic carbon containing materials in the packaging is less than 5 % of the total mass of the packaging, the declaration of the biogenic carbon content of the packaging may be omitted.

The mass of packaging shall always be declared.

7.2.3.1 Core environmental impact indicators

Impact category	Indicator	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Climate change – total ^a	Global Warming Potential total (GWP-total)	kg CO ₂ eq.
Climate change - fossil	Global Warming Potential fossil fuels (GWP-fossil)	kg CO ₂ eq.
Climate change - biogenic	Global Warming Potential biogenic (GWP-biogenic)	kg CO ₂ eq.
Climate change - land use and land use change ^b	Global Warming Potential land use and land use change (GWP-luluc)	kg CO ₂ eq.
...		
<p>^a The total global warming potential (GWP-total) is the sum (see C.2) of</p> <ul style="list-style-type: none"> — GWP-fossil — GWP-biogenic — GWP-luluc <p>^c It is permitted to omit GWP-luluc as separate information if its contribution is < 5 % of GWP-total over the declared modules excluding module D.</p>		

Tabel 3 Fragment van Table 3 — Core environmental impact indicators

Annex C van EN 15804 vermeldt dat voor deze impactcategorieën “Baseline model of 100 years of the IPCC based on IPCC 2013” moet worden gebruikt.

7.2.3.3 Disclaimers to the declaration of core and additional environmental impact indicators

ILCD classification	Indicator	Disclaimer
	Global warming potential (GWP)	None

Tabel 4 Fragment van Table 5 — Classification of disclaimers to the declaration of core and additional environmental impact indicators

Dit wil zeggen dat de GWP-indicatoren geclassificeerd zijn als meest robuust en daarom zonder disclaimer gepresenteerd kunnen worden, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de indicatoren voor toxiciteitspotentiëlen (→ “use with care”).

7.2.5 Information on biogenic carbon content

Biogenic carbon content	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Biogenic carbon content in product	kg C
Biogenic carbon content in accompanying packaging	kg C
NOTE 1 kg biogenic carbon is equivalent to 44/12 kg of CO ₂ .	

Table 5 Table 9 – Information describing the biogenic carbon content at the factory gate

If the mass of biogenic carbon containing materials in the product is less than 5 % of the mass of the product, the declaration of biogenic carbon content may be omitted.

If the mass of biogenic carbon containing materials in the packaging is less than 5 % of the total mass of the packaging, the declaration of the biogenic carbon content of the packaging may be omitted.

Annex C (normative) Impact categories and related indicators, methodologies and characterization factors (CF)

C.1 Core environmental impact categories and indicators

Hier staat vermeld dat voor de Climate change impactcategorieën “Baseline model of 100 years of the IPCC based on IPCC 2013” moet worden gebruikt. Dat is de methode om individuele broeikasgasemissies, zoals CO₂ en methaan, uit te drukken in hun bijdrage aan het verstrekt broeikaseffect (Global Warming Potential).

C.2 Calculation rules for the climate change impact category

C.2.1 General

The impact category of climate change is declared as global warming potential.

C.2.2 Total global warming potential (GWP-total)

The total global warming potential (GWP-total) is the sum of three sub-categories of climate change. The three sub-categories shall be declared separately as described in 7.2.3.1.

C.2.3 Fossil global warming potential (GWP-fossil)

This indicator accounts for GWP from greenhouse gas emissions and removals to any media originating from the oxidation or reduction of fossil fuels or materials containing fossil carbon by means of their transformation or degradation (e.g. combustion, incineration, landfilling, etc.). This indicator also accounts for GWP from GHG emissions e.g. from peat and calcination as well as GHG removals e.g. from carbonation of cement-based materials and lime.

C.2.4 Biogenic global warming potential (GWP-biogenic)

This indicator accounts for GWP from removals of CO₂ into biomass from all sources except native forests, as transfer of carbon, sequestered by living biomass, from nature into the product system declared as GWP-biogenic. This indicator also accounts for GWP from transfers of any biogenic carbon from previous product systems into the product system under study.

This indicator also covers biogenic emissions to air from biomass from all sources except native forests due to oxidation or degradation (e.g. combustion, solid waste disposal) as well as all transfers of biogenic carbon from biomass from all sources except native forests into subsequent product systems in the form of biogenic CO₂.

All carbon exchanges through the lifecycle (modules A to modules C) relating to biogenic carbon content in biomass from native forests shall be modelled under GWP-luluc according to the latest available version of PEF Guidance document.

NOTE 1 Native forests exclude short term forests, degraded forests, managed forest, and forests with short- term or long-term rotations.

Impacts are declared in the modules where they occur.

Removals of biogenic CO₂ into biomass (with the exclusion of biomass of native forests) and transfers from previous product systems shall be characterised in the LCIA as $-1 \text{ kg CO}_2 \text{ eq./kg CO}_2$ when entering the product system. Emissions of biogenic CO₂ from biomass and transfers of biomass into subsequent product systems (with the exclusion of biomass of native forests) shall be characterized as $+1 \text{ kg CO}_2 \text{ eq./kg CO}_2$ of biogenic carbon, see EN ISO 14067:2018, 6.5.2.

NOTE 2 The amount of CO₂ taken up in biomass and the equivalent amount of CO₂ emissions from the biomass at the point of complete oxidation results in zero net CO₂ emissions when biomass carbon is not converted into methane, non-methane volatile organic compounds (NMVOC) or other precursor gases.

C.2.5 Land use and land use change global warming potential (GWP-luluc)

This indicator accounts for GHG emissions and removals (CO₂, CO and CH₄) originating from changes in the defined carbon stocks caused by land use and land use changes associated with the declared/functional unit. This indicator includes biogenic carbon exchanges resulting e.g. from deforestation or other soil activities (including soil carbon emissions). Calculation rules for GWP-luluc shall follow the latest available version of PEF Guidance document. For native forests, all related CO₂ emissions are included and modelled under this sub-category (including connected soil emissions, products derived from native forest and residues). CO₂ uptake related to the carbon content of biomass entering the product system from native forests is set to zero. Impacts are declared in the modules where they occur.

Any biomass-based net increase in carbon stocks, including soil carbon uptake (accumulation), shall not be considered in GWP-luluc, and is set to zero. Soil carbon storage may be included as additional environmental information when proof is provided.

NOTE For example proof of soil carbon storage is provided when legislation provides modelling requirements for the sector such as the EU greenhouse gas accounting rules from 2013 (Decision 529/2013/EU), which indicate carbon stock accounting.

GWP-luluc shall be included in GWP-total. If the contribution of GWP-luluc is $< 5 \%$ of GWP-total over the declared modules excluding module D, GWP-luluc may be provided as indicator not declared (ND).

3.3 EN 16760:2015 Bio-based producten – Levenscyclusanalyse

Hierna zijn relevante passages letterlijk overgenomen in de taal van de norm (Engels), voorafgegaan door het paragraafnummer en de -titel. Dit is aangegeven door de tekst te laten inspringen.

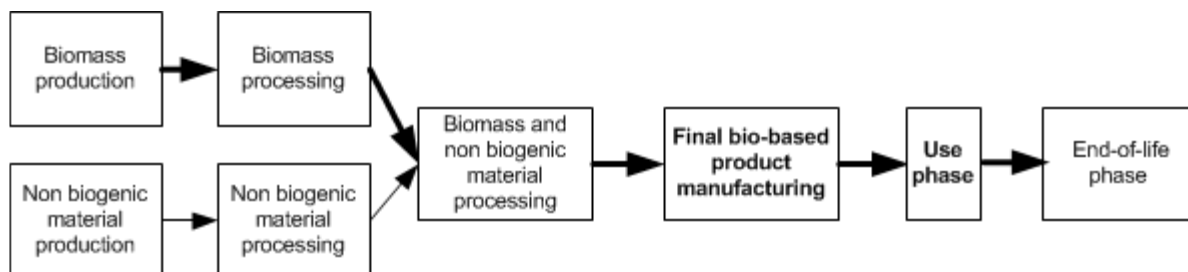
EN 15804 is, ook voor bio-based producten, op een aantal punten gerelateerd aan dit SGS Search onderzoek specifiekere dan EN 16760 omdat laatstgenoemde de algemene LCA normen EN ISO 14040 and EN ISO 14044 als uitgangspunt neemt. Het geldt bijvoorbeeld niet voor modellering van landbouwprocessen, die specifiekere is beschreven in EN 16760. Voor wat betreft “Temporal accounting” zijn EN 15804 en EN 16760 strijdig.

1 Scope

This European Standard provides specific life cycle assessment (LCA) requirements and guidance for bio-based products, excluding food, feed and energy, based on EN ISO 14040 and EN ISO 14044.

4.2 General aspects of LCA for bio-based products

The LCA of a bio-based product shall cover the whole product, not only its bio-based part, see Figure 1. However, the focus of this European Standard is on how to handle the specificities of the bio-based part of the product.



Figuur 5 Figure 1 — Example of a product system of a bio-based product which includes biomass as well as non-biogenic material feedstocks

NOTE 1 The boxes linked with bold arrows in Figure 1 represent the flows of bio-based products (partly or fully derived from biomass) that can be raw materials, intermediary products and final product.

5.2.3 Temporal data

For biomass production the collection of data and modelling should consider the management regime and cropping, harvesting and crop rotation (including the positioning of the crop in the rotation), e.g. the effect of inter- and intra-annual variation and when possible use values representing the selected period.

5.3 Allocation procedure

For bio-based products, the biogenic carbon content can be of key importance to determine greenhouse gas emissions. To track biogenic carbon in a value chain allocation based on carbon content can be used. When allocating based on other relationships the modelled biogenic carbon flows might not reflect the actual physical content and flows.

5.4.2.2.5 Land use change in GHG accounting

While in LCI modelling typically land transformation and occupation is considered, there are LCA applications for GHG accounting which use the source category of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) of the IPCC or the concept of direct land use change and indirect land use change (dLUC and iLUC) which is used in the context of the European Renewable Energy Directive.

Indirect land use change considers potential land transformations which are not caused directly by the operator but may be seen as response of other operators. There is currently no agreed scientific method to characterize indirect land use change in coherence with the modelling principles of LCA. The consideration of potential effects from indirect land use change in the context of addressing GHG emissions may only be addressed during the interpretation phase.

5.5 Inventory of fossil and biogenic carbon flows

GHG emissions and removals arising from fossil carbon sources and biogenic carbon sources and sinks shall be included and listed separately in the inventory.

NOTE Further guidance can be found in Annex B.

5.6 Guidance for modelling agriculture, forestry and aquaculture systems

5.6.1 Modelling agricultural systems

5.6.1.1 General

Agriculture can have positive and negative impacts on the environment. Agricultural produce can be used as raw materials in bio-based products. It is commonly recognized that the following have environmental impacts e.g.:

- use of fertilizers on the field;
- irrigation;
- land occupation and transformation;
- soil management; and
- activities for the production of agricultural inputs such as mineral fertilizers and fuels.

It is noted that agricultural field work is complex, and practices vary significantly across farms and regions. Many parameters influence LCA impacts of agriculture, including intensification and optimization of production practices.

At the same time (resource-, energy-, emission-) efficiency and thus the resulting environmental interventions mirrored in LCA of agricultural production, vary

significantly amongst the (a) type of crop cultivated (b) management regime (fertilizer, pesticide, mechanization, irrigation, tillage practices) (c) soil and climate characteristics (hence location and time), (d) farm practices for (potential) conservation and drying steps of harvest etc.

The following guidance is intended for practitioners that have to create a new unit process for an agricultural product; in other cases such data sets, however, can be extracted from existing databases (life cycle inventories). The choice will depend on the goal and scope definition of a given study and the corresponding data quality requirements. Where data sets from existing databases are extracted, the following guidance can help to assess the data and documentation quality of the respective data set/life cycle inventory.

...

5.6.1.6 Gaseous emission from agricultural soils

N-based emissions consist primarily of direct and indirect emission of nitrous oxide (N₂O), ammonia (NH₃), and nitrogen oxides (NO_x). CO₂ emissions arise from e.g. application of urea, lime, and from mineralization of organic matter in soil, or burning of crop residues. Correspondingly, CO₂ sequestration in the soil (build-up of soil organic matter), where it occurs as a consequence of agricultural management or land use change, can be considered flow of CO₂ from the atmosphere into the system.

The following greenhouse gas emission terms are related to land use and biomass production:

- CO₂ emissions and CO₂ removals resulting from carbon stock change, related to land use change and improved agricultural management;
- CO₂ emissions resulting from burning of vegetation or dead organic matter as part of land use change process or pre- and post-harvest burning; and
- field emissions, including CH₄ and N₂O, occurring during cultivation as a result of land management.

NOTE Useful guidance can be found in EN 16214–4:2013, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.4 and 5.3.6.

Field emissions of N₂O and CH₄ may be calculated in accordance with the IPCC Guidelines or any further update. In the absence of more specific data the Tier 1 approach as defined in Chapter 11 of the IPCC Guidelines should be used, but the Tier 2 and Tier 3 approach may be used if appropriate data are available.

5.6.2 Modelling forestry systems

5.6.2.1 Inventory net interventions

Only the net interventions related to human land management activities should be inventoried, e.g. not the basic Nitrate leaching resulting from N input via rain. Of the applied substances (e.g. fertilizers) the amounts that leave the site should be inventoried as emissions to air or water.

5.6.2.2 Spatial and temporal boundaries

The spatial and temporal boundaries and approach used for modelling of forest systems is very important for determining all inventory flows and outcome of the study. The spatial and temporal system boundaries should be transparently defined and justified with relation to the goal and scope of the study.

Forests are in principle managed in a region or landscape which is essential to estimate elementary flows appropriately. LCA studies should consider with care the appropriate production unit or scale to include, in relation to the goal and scope of the study.

5.6.2.3 Addressing biogenic carbon

Sustainable Forest Management ensures that carbon stocks in forests stay stable or even improve over time. When modelling forestry systems on landscape level, the biogenic carbon content of harvested wood shall be considered a material inherent property, resulting from the uptake and storage of CO₂ from the atmosphere. A forest management unit managed on a sustained yield basis should be modelled as a unit process in a steady-state with carbon emissions equalling uptake. If modelled on stand level delays between biogenic carbon emissions and sequestration should be integrated over time.

The spatial and temporal boundaries and assumptions are important to model carbon sequestration and should be set and documented transparently.

5.6.4 Modelling end-of-life processes in LCAs of bio-based products

5.6.4.1 General

In this European Standard focus will be on end-of-life processes of bio-based products, even though the relevance of these processes is not restricted to bio-based products.

5.6.4.2 End-of-life processes of bio-based products

Special care should be applied when modelling carbon flows and balances in end-of-life process for bio-based materials. Options for end-of-life and guidance on inventory are provided in CEN/TR 16957, Bio-based products - End-of-life options³.

(footnote 3: "In preparation.")

The model on which the inventory data are derived from along with any hypothesis and assumptions made shall be clearly documented and reported in the study (e.g. as an appendix). Also product characteristics such as mineralization rate, composition etc. shall be reported. Experimental models and/or data may be used as long as scientifically robust.

6.2 Guidelines for specific impact indicators

6.2.1 Treatment of biogenic and non-biogenic carbon in assessing climate change

To calculate life cycle impact assessments, all biogenic and non-biogenic carbon emissions and removals should be considered. Two main approaches may be applied for modelling CO₂ emissions and removals related to biomass:

- 1) the CO₂ sequestered in biomass during the growth phase is included in the model with negative values in the growth phase and positive values as it is emitted at end-of-life; or
- 2) the CO₂ sequestered in biomass during the growth phase is included in the model with a characterization factor of zero and emission of biogenic CO₂ correspondingly have a characterization factor of zero.

Merk op dat volgens oudere versies van de Nederlandse bepalingsmethode (en de bijbehorende set met karakterisatiefactoren) wijze 2 werd gehanteerd. Met ingang van de bepalingsmethode op basis van EN 15804+A2:2019 is uitsluitend wijze 1 toegestaan.

The biogenic carbon embedded in the bio-based products should also be equal to biogenic carbon released in case of end-of-life treatment of the product with complete oxidation. For this specific case, the net result, summing up the results over the whole life cycle of a product, of both approaches is identical, however contributions of different life cycle steps (e.g. biomass production) to global warming potential will be different.

Where temporal accounting of GHG emissions is relevant, it should be taken into account but reported separately. Assessment may be carried out according to GEN ISO/TS 14067. Examples for calculation can be found in B.3.

Annex B (informative)

Examples of fossil and biogenic carbon flows accounting and communication

B.3 Temporal accounting

B.3.1 ILCD guidance for calculating temporal accounting (CFP = Carbon Footprint)

$$CFP_{temp,Storage} = - \sum m_i * t_s * GWP_{IPCC,i} / 100$$

$CFP_{temp,Storage}$: Carbon footprint of temporarily stored GHG species i

m_i : Mass of greenhouse gas i removed:

$$\text{For CO}_2: m_{CO_2} = m_c * M_{CO_2} / M_C$$

with m_c being the mass of carbon stored in a product and released as carbon dioxide within a 100 yr timeframe;

M_{CO_2} , M_C being the molecular weights of CO₂ and carbon, respectively.

$$\text{For CH}_4: m_{CH_4} = m_c * M_{CH_4} / M_C$$

with m_c being the mass of carbon that is temporarily stored in e.g. a landfill and released as methane within a 100 yr timeframe;

M_{CH_4} , M_C being the molecular weights of methane and carbon, respectively.

t_s : Time of temporal removal/storage in years

$GWP_{IPCC,i}$: IPCC GWP for 100-year time horizon for greenhouse gas i (Table A.1)

According to the ILCD Handbook the time period of the removals t_S , relative to the year of production of the product, shall be documented separately in the report.

According to the ILCD Handbook, when greenhouse gases are removed over more than 100 years, these removals shall be calculated as if they were stored indefinitely.

B.3.2 Example of calculation temporal accounting

Determination of temporal accounting of the bio-based product (embedded carbon: 6 kg CO₂ eq. / kg) illustrated in Figures B.1 and B.2. The bio-based product sequesters carbon for 80 years in the use phase.

$$CFP_{\text{temp,Storage}} = - \sum m_{\text{CO}_2} * t_S * GWP_{\text{IPCC},i} / 100 = -6 \text{ kg eq. CO}_2 * 80 * 1 / 100 = - 4,8 \text{ kg eq. CO}_2$$

The bio-based product illustrated in Figures B.1 and B.2 has a total cradle-to-grave carbon footprint of 38 kg eq. CO₂/kg and realizes an additional benefit due to temporal storage of bio-based carbon of 4,8 kg eq. CO₂. The total net cradle-to-grave carbon footprint including temporal storage is 33,2 kg eq. CO₂.

3.4 EN 16485:2014

EN 16485 is de PCR voor houtproducten en op hout gebaseerde producten voor gebruik in de bouw. Hierna zijn relevante passages letterlijk overgenomen in de taal van de norm (Engels), voorafgegaan door het paragraafnummer en de -titel. Dit is aangegeven door de tekst te laten inspringen.

6.3.4.2 Product stage

As EN 15804 other than

The product stage is an information module required to be included in the EPD. As illustrated in Figure 1 of EN 15804 it includes the information modules A1 to A3. The system boundary with nature is set to include those processes that provide the material and energy inputs into the system and the following manufacturing, and transport processes up to the factory gate as well as the processing of any waste arising from those processes.

In the case of wood and wood-based products, this means:

- The formation of wood in the forest is based on the absorption of CO₂ from the atmosphere. Therefore, the amount of biogenic carbon contained in the wood product is counted as a removal of CO₂. All other natural processes related to the forest are outside the system boundary of the LCA according to this European standard.
- All technical processes related to forestry operations, (e.g. stand establishment, tending, thinning(s), harvesting, establishment and maintenance of forest roads are considered within the system boundary and are subject to co-product allocations as outlined in clause 6.4.3.2.
- Wood entering the product system from nature accounts for the feedstock energy and the biogenic carbon content as material inherent properties.

Temporal changes in forest carbon pools resulting from forestry operations can be disregarded for sustainably managed forests and for forests where overall biogenic carbon stored in forest carbon pools is stable or is increasing.

Consideration of the biogenic carbon-neutrality of wood is valid for wood from countries that have decided to account for Art. 3.4 of the Kyoto Protocol or which are operating under established sustainable forest management or certification schemes. Under these conditions, the factors to be applied for the characterisation of biogenic carbon flows are detailed in Figure 1:

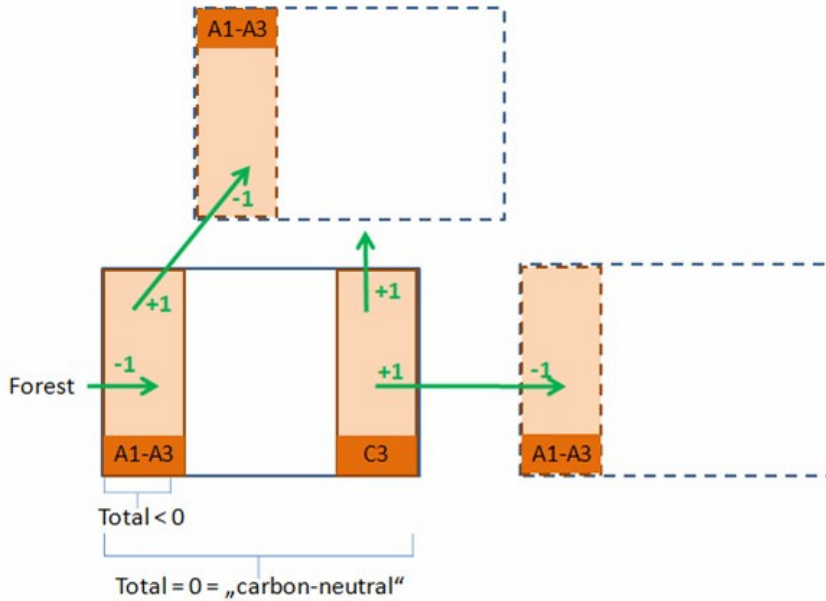
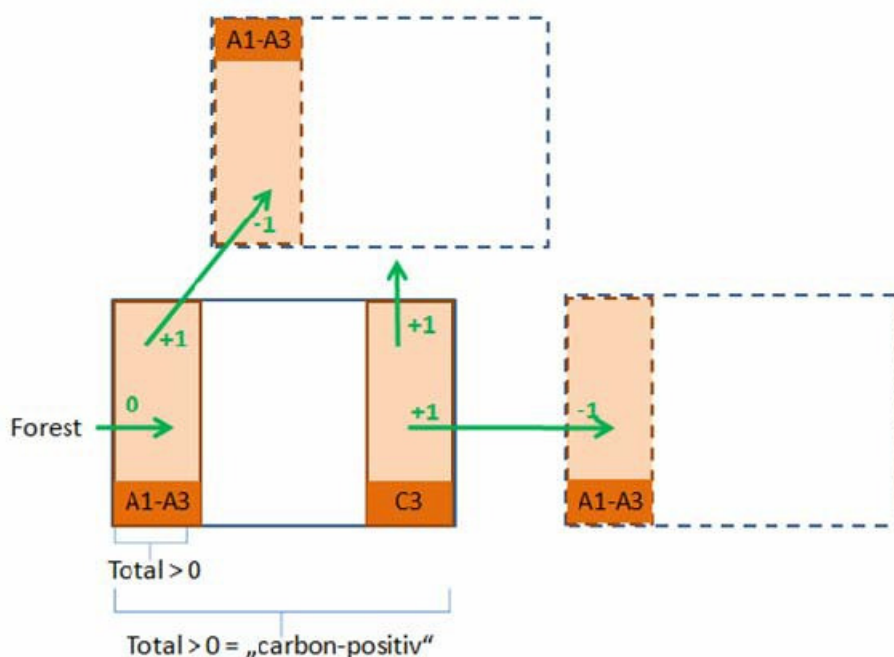


Figure 1 — Characterisation of biogenic carbon flows in cases where forest carbon pools are stable or increasing

Under all other circumstances, the characterisation factors to be applied are detailed in Figure 2:



Figuur 7 Figure 2 — Characterisation of biogenic carbon flows in cases where forest carbon pools cannot be relied upon to be stable or increasing

In addition and when significant, the GHG emissions and removals occurring in forest carbon pools as a result of direct land use change resulting from harvesting operations should be assessed in accordance with internationally recognized methods such as the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. These GHG emissions shall be documented separately in the report. Double-counting shall be avoided.

6.3.4.4.2 B1–B5 Use stage information modules related to the building fabric:

As EN 15804 other than

- B1 Use of the installed product in terms of any emissions to the environment (not covered by B2-B7)

The module “use of the installed product” covers environmental aspects and impacts arising from components of the building and construction works during their normal (i.e. anticipated) use, which are assigned to module B1.

EXAMPLE 1 Release of substances from the facade, roof, floor covering and other surfaces (interior or exterior) to indoor air, soil or water

NOTE 1 The EPD does not need to give this information if the horizontal standards on measurement of release of regulated dangerous substances from construction products using harmonised test methods according to the provisions of the respective technical committees for European product standards are not available, the EPD can lack this information.

For wood and wood-based products, the amount of biogenic carbon stored, calculated in accordance with EN 16449, shall be documented in CO₂-eq. as technical scenario information.

NOTE 2 Storage time is the reference service life.

In addition, the effect of timing of the GHG emissions due to biogenic carbon storage may be included as technical scenario information. The effect of timing is calculated for a reference assessment period of 100 years.

Where the full carbon storage benefit of a product exists for between 2 and 25 years after formation of the product (and no carbon storage benefit exists after that time) the following equation shall be used:

$$GWP_{dt} = C_{CO_2} \times \frac{-0.76 \times t_0}{100} \quad (1)$$

Where:

GWP_{dt} net avoided contribution to the GWP over 100 years from carbon storage; kg CO₂-e

C_{CO_2} biogenic carbon content of wood or wood-based product in CO₂-e.; kg CO₂-e

t_0 time of carbon storage ($dt < 25$ years); year

In all cases that are not covered above, the weighting factor to be applied to the CO₂ storage benefit over the 100-year assessment period shall be calculated according to:

$$GWP_{dt} = C_{CO_2} \times \frac{-\sum_{i=1}^{100} x_i}{100} \quad (2)$$

Where:

GWP_{dt} net avoided contribution to the GWP over 100 years from carbon storage; kg CO₂-e

C_{CO_2} biogenic carbon content of wood or wood-based product in CO₂-e.; kg CO₂-e

i each year in which carbon storage occurs

x the proportion of total storage remaining in any year

NOTE 3 Net avoided contribution to the GWP over 100 years from carbon storage (GWP_{dt}) is the amount of cumulated thermal radiation that is absorbed by the atmosphere outside/after the 100 year assessment period in the 100 year perspective underlying the definition of the GWP100 characterisation factor.

6.3.4.5 End-of-life stage

The biogenic carbon and the energy content of the wood or wood-based product as quantified in the indicators “Use of renewable primary energy resources used as raw materials” and “Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials” are considered as specific inherent properties. As a result, these specific material inherent properties are exported from Module C3. When quantifying Module D, it shall be ensured that the same amount of biogenic carbon and the same values

for the indicators “Use of renewable primary energy resources used as raw materials” and “Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials” are transferred to Module D.

6.4.2 Calculation procedures

As EN 15804 other than

The amount of CO₂ uptake of biomass considered as biogenic carbon content and the equivalent amount of CO₂ emissions from this biomass at the point of complete oxidation results in zero net emissions for biogenic CO_{2e}, when the biogenic carbon is not converted into methane, NMVOC or other precursor gases that are not converted to CO₂. These flows of biogenic carbon shall be inventoried separately from fossil carbon flows and shall be documented separately in the project report.

Annex A (informative) Guidance on default reference service lives for wood and wood-based construction products.

In the absence of producer and product-specific reference service lives, the following average values can be assumed (BBSR 2011):

Table A.1 — Default reference service life for some wood and wood-based construction elements

Deze tabel is hier niet opgenomen, maar kan als uitgangspunt dienen in (hout)cases.

4. Eerste Inventarisatie bio-based grondstoffen & bouwmaterialen

Als indeling van bio-based grondstoffen en materialen worden de volgende categorieën gehanteerd:

- a. Teelt ten behoeve van bouwproducten
 - i. Eenjarig
 - ii. Meerjarig
- b. Reststromen voor verwerking in bouwproducten

Onderstaand is het overzicht opgenomen van bio-based producten zoals deze door Jan-Willem van de Groep is aangeleverd. Dit overzicht dient als eerste aanzet van de marktinventarisatie. Aan de hand van onder andere de criteria zoals vermeld in hoofdstuk 1 over welke producten binnen de scope van het onderzoek vallen wordt dit overzicht gedurende het onderzoek aangepast.

Productnaam / Producent	Teelt gewas	Product beschrijving
Bamboe Informatie Centrum	Bamboe	Parketvloeren en plaatmateriaal van Bamboe en composiet voor buiten
Bamboo Acoustics	Bamboe	Akoestische panelen voor wanden en plafonds uit Bamboe
Bamboologic	Bamboe	Bamboe producten - vooral interieur
BB Block	Paprika	Bouwblokken van hout gevuld met paprikastengels
Binnenschaap	Wol	Akoestische panelen van wol
Bio Bound	Miscanthus	Bio-based betonproducten voor de inrichting van de openbare ruimte
Bioblocks	Divers	Bouwblokken uit planresten, geschikt voor geluidswallen
BlueBlocks (plaatmateriaal van zeewier)	Zeewier	Plaatmateriaal uit zeewiervezels
CircuWall B.V.	Cellulose	Lijm op basis van een natuurlatex / Cellulose
Compakboard	Stro	Vezelplaatmateriaal (Stro) als alternatief voor MDF/Chipboards
Copperant	Vlas	Biologische water gedragen muurverven en lijnolieverven
Doscha	Wol	Isolatie uit schapenwol
Dunagro	Hennep	Grondstoffenleverancier hennepvezels
Dunagro	Hennep	Leverancier van complete gevelpanelen van Hennep
Dungse, bouwplaat van koemest	Reststroom agri	Diverse materialen uit koemest
Ecoboard	Divers	Verschillende typen plaatmaterialen van biomaterialen
Ecolurian	Algen	Wandtegels gemaakt Algen
Ecor	Divers	Plaatmateriaal en wandpanelen van geperst biomateriaal
Ekotex	Divers	behang en verfproducten
Faay Wanden en Plafonds	Vlas	Binnenwanden van vlas met sterke prefabafdeling
Fairf	Divers	Bioverven
Fairm	Reststroom divers	Isolatiemateriaal uit Mycelium nog aardig experimenteel

Forbo	Vlas	Vloerbedekking gemaakt van biograndstoffen
Goodhout	Restroom Kokos	Biocomposiet board van kokosnotenschil
Gramitherm / NewFoss	Gras (berm)	Isolatiemateriaal van gras
Grown	Reststroom divers	2 ^e generatie Mycelium producten interieur
Gutex	Hout	Isolatieplaten op basis van houtvezels
Helwig kozijnen	Bamboe	Produceert kozijnen van Bamboehout
Hempaflax	Hennep	Isolatie, sandwichplaat, hennepblokken
Het stille verzet	Divers	Akoestische en thermische deken op basis van biograndstoffen
Impershield	Divers	Impregnanten en coatings op natuurlijke basis
Isobouw	Melkzuur	PLA gebaseerd isolatieschuim (BioFoam®)
Isovlas	Vlas	Isolatie, naisolatie, dakelementen reno/nieuwbouw - VLAS
Klarenbeek en Dros design	Zeewier	Materiaal uit zeewier en Mycelium
Linex Pro Vlas	Vlas	Vlasspaanplaten
Linova	Vlas	Lijnolieverf
LORENZ GmbH	Stro	prefab gevels van stro
Martens Keramiek Kerloc (voorheen Ceranex Aubergine)	Hout	Gevelmateriaal gemaakt van wilgenhout
Moso	Bamboe	Diverse Bamboeproducten interieur / exterieur
Natural Plastics Int	Divers	Verkeersmeubilair van bioplastics
Nowood made of Resysta®	Divers	Houtcomposietmateriaal (bruggen, terrassen, galerijvloeren, gevelbekleding)
NPSP - straatbanken	Divers	Diverse composieten verkeersborden en straatbanken + maatwerk
NPSP - verkeerbroden	Divers	Diverse composieten verkeersborden en straatbanken + maatwerk
Pavatex	Hout	houtvezelplaten
Pontiflex	Diversen	Biocomposieten brugdelen
Prefab Strobouw	Stro	Bouwelementen van Stro
Prosuber	Kurk	kurk isolatie
Rick Makes Compostboard	Divers	plaatmateriaal gemaakt van restromen - beperkte omvang
Rik Makes	Reststromen	Paprika, stengel vezels gebonden door 100% aardappelzetmeel
SeaCore Panels b.v. (producent van Ecore)	Hout	Plaatmateriaal uit cellulose en vezels (MDF)
Steward Desiogn Panels	Reststromen	3D koffiepauzen, decoratieve panelen gemaakt van gerecyclede koffieprut
Steward Desiogn Panels	Reststromen	Biovines, akoestisch paneel geperst uit snoeiafval
Straw Block systems	Stro	Stroblokken in verschillende vormen te bouwen
StroBox	Stro	prefab gevels van stro
Strotec	Stro	prefab gevels van stro
Teal + Alphenberg	Reststromen	Mycelium/leer akoestisch paneel

Termokomfort	Melkzuur	PLA gebaseerde isolatie parels (BioFoam Pearls®)
Tierrafino	Leem	leemstuc
Touch of Nature	Reststromen	Vloeren en meubelbladen van koffieprut (beetje vage site)
Van Hier	Divers	Designplaat uit 100% biovezels en biopolymeren
Verfgroen	Divers	Ecologische verven
Vibers	Divers	Vezels opgewerkt naar hightech vezel voor bouw materiaal
Wallart	Rietsuiker	Designpanelen gemaakt van vezels van de Rietsuikerplant
Warmteplan	Hout	Isolatieplanten van Cellulose en Houtvezels
Xyhlo	Divers	Coating op basis van natuurlijke olie en schimmels (Xyhlo® biofinish)

Bijlage 3: Notitie voor Klankbordgroep van 3 februari 2022

Notitie concept Methodiek ‘Waardering milieueffecten van vastlegging van koolstof in bio-based bouwmaterialen’

1. Doel notitie

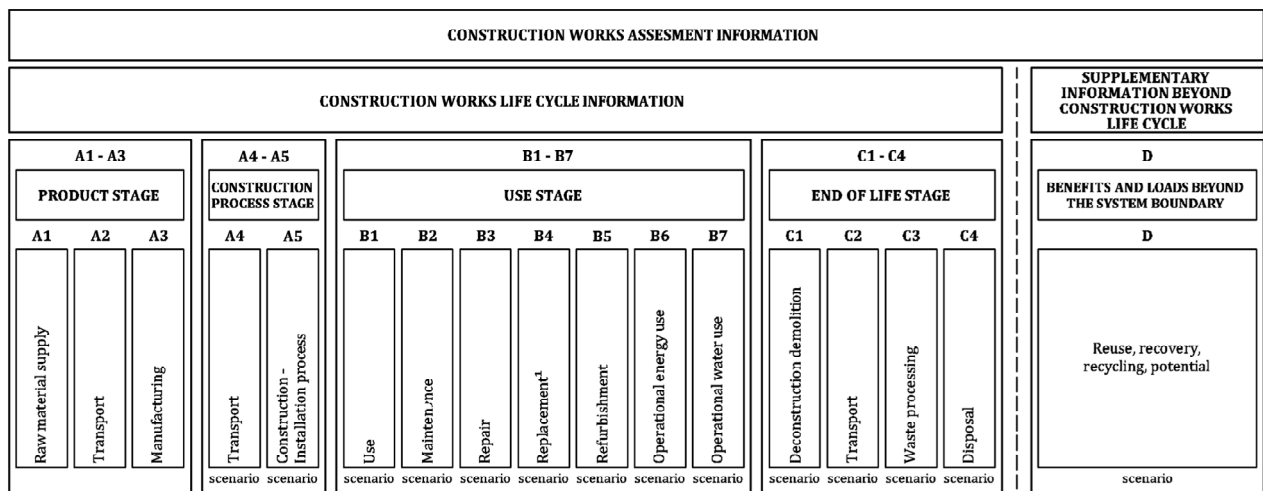
Deze notitie geeft ons voorstel weer voor de wijze waarop vastlegging van biogeen koolstof kan worden berekend ten behoeve van de waardering van de milieueffecten daarvan.

Het doel van de notitie is de bespreking van het voorstel met de afzonderlijke leden van de klankbordgroep om te komen tot een verdere uitwerking van de waarderingmethodiek, eventuele voorwaarden en belangrijke aandachtspunten bij het gebruik van de methodiek.

Deze notitie moet nadrukkelijk worden gezien als een discussiestuk om op te reageren als stap in de ontwikkeling van een voorstel voor een methodiek die uiteindelijk aan het ministerie van BZK zal worden aangeboden.

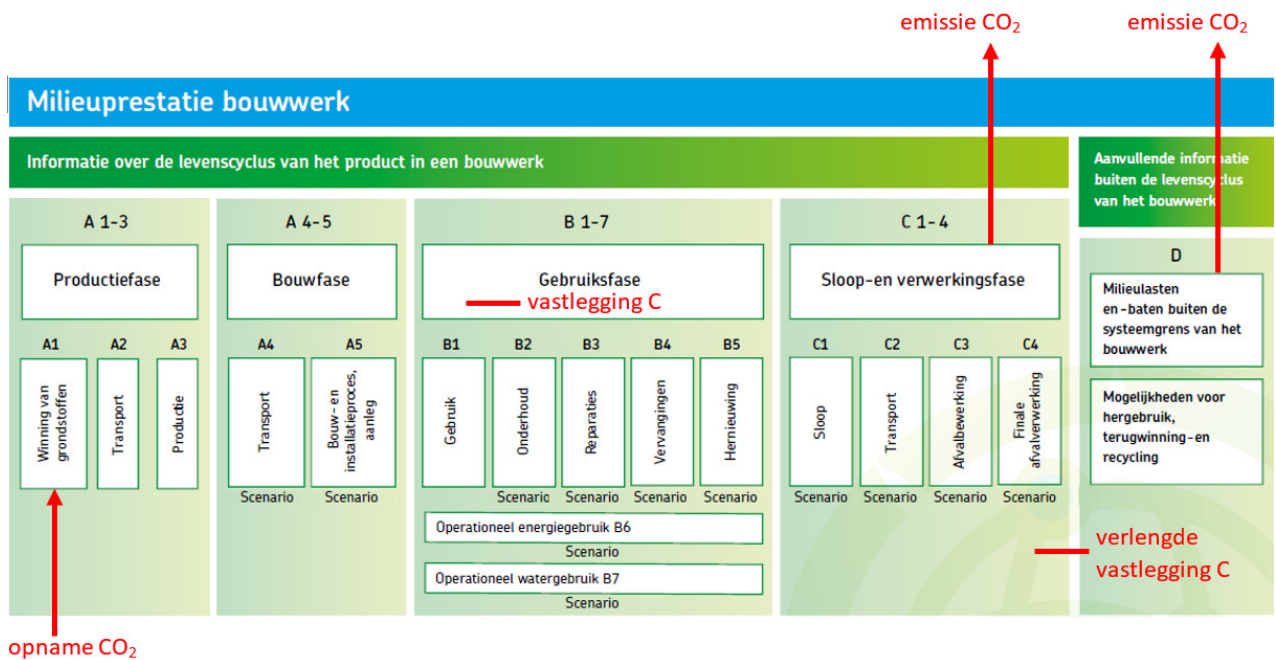
2. Uitgangspunten

De onderzoekers hebben ervoor gekozen om de norm EN 15804+A2, waarop de Bepalingsmethode is gebaseerd, als vertrekpunt te nemen. Via het Bouwbesluit is dat immers de huidige regelgeving. Onderstaande Figuur 2 schetst de levenscyclusfasen (A1-A3, A4-A5, B1-B7, C1-C4) en modules (A1 tot en met D) uit deze norm.



Figuur 8 (fragment) EN 15804+A1 [Figure 1 ... life cycle stages and modules for the construction works assessment]

In de eerste klankbordgroep vergadering hebben we de Nederlandstalige versie daarvan gepresenteerd met daarin schematisch met pijlen de (belangrijkste) opname en emissie van biogeen CO₂ en met horizontale lijnen de vastlegging van biogeen koolstof. Zie **Error! Reference source not found.**



Figuur 9 Aangepaste figuur op basis van [Bepalingsmethode Figuur 2. Levenscyclusfasen EPD]

De aanleiding voor het onderzoek naar waardering is mede gelegen in het feit dat de EN 15804 stelt: “The effect of temporary carbon storage and delayed emissions, i.e. the discounting of emissions and removals, shall not be included in the calculation of the GWP. The effect of permanent biogenic carbon storage shall also not be included in the calculation of the GWP”.

De te ontwikkelen waarderingmethodiek heeft nu juist betrekking op deze (tijdelijke) koolstofvastlegging in een bouwproduct en schetst de voorwaarden waaronder deze kan worden toegepast. Waar de EN 15804 en (huidige) bepalingmethode de balans van klimaatverandering biogeen over de levenscyclus op 0 stelt, is dit geen uitgangspunt voor de waarderingmethodiek.

De waarderingmethodiek heeft uitsluitend betrekking op GWP Biogeen in biobased producten en de impactcategorie “klimaatverandering - biogeen” (zie **Error! Reference source not found.**). Voor de voorwaarden waaronder de waarderingmethodiek kan worden gebruikt kijken we naar alle milieucategorieën uit de EN 15804 om afwenteling te voorkomen.

Tabel 6 Fragment van EN 15804+A2 [Table 3 – Core environmental impact indicators]

Impact category	Indicator	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Climate change – total ^a	Global Warming Potential total (GWP-total)	kg CO ₂ eq.
Climate change - fossil	Global Warming Potential fossil fuels (GWP-fossil)	kg CO ₂ eq.
Climate change - biogenic	Global Warming Potential biogenic (GWP-biogenic)	kg CO ₂ eq.
Climate change - land use and land use change ^b	Global Warming Potential land use and land use change (GWP-luluc)	kg CO ₂ eq.
...		
^a The total global warming potential (GWP-total) is the sum (see C.2) of — GWP-fossil — GWP-biogenic — GWP-luluc ^d It is permitted to omit GWP-luluc as separate information if its contribution is < 5 % of GWP-total over the declared modules excluding module D.		

Wanneer het gaat om de koolstofvastlegging in een bouwproduct zoals hierboven geschetst dan biedt EN 15804+A2 hiervoor wel aanknopingspunten omdat paragraaf “7.2.5 Information on biogenic carbon content” aangeeft dat moet worden bepaald hoeveel biogeen koolstof in het product vastligt. Zie onderstaande Tabel 2 [Table 9 – Information describing the biogenic carbon content at the factory gate]. Merk op dat dit de koolstof betreft ‘af fabriek’ (dat is direct na module A3). Dat hoeft niet gelijk te zijn aan het product zoals het de gebruiksfase (module B1) in gaat doordat er in de bouwfase tijdens transport (module A4) en bouw (module A5) verliezen kunnen optreden.

Tabel 7 [Table 9 – Information describing the biogenic carbon content at the factory gate]

Biogenic carbon content	Unit (expressed per functional unit or per declared unit)
Biogenic carbon content in product	kg C
Biogenic carbon content in accompanying packaging	kg C
NOTE 1 kg biogenic carbon is equivalent to 44/12 kg of CO ₂ .	

Zoals beschreven kijken we voor de voorwaarden waaronder de waarderingsmethodiek kan worden gebruikt naar alle milieu-impactcategorieën uit de EN 15804, en naar alle EN 15804 modules A1 tot en met D. Het vertrekpunt daarbij is dat de huidige methode (Bepalingsmethode, EN 15804 en databases als Ecoinvent) alle milieu-impact in alle modules goed beschrijft. De waarderingsmethodiek met de voorwaarden waaronder deze kan worden gebruikt is een aanvulling daarop.

Uitgangspunt:

Ons voorstel voor een waarderingsmethodiek past binnen de methodiek van de EN15804+A2 en vereist geen aanpassing van de Bepalingsmethode. Daarbij accepteren we dat de balans 0 is over de hele levenscyclus.

3. Hoofdpijnen van een waarderingsmethodiek voor koolstofvastlegging

Voor de waarderingsmethodiek wordt aangesloten bij de module-indeling van de EN 15804+A2.

In de waarderingsmethodiek is een indeling gemaakt in twee elementen:

1. Biogeen koolstof vastlegging tijdens de gebruiksfase
2. Biogeen koolstof vastlegging na einde 1^e levenscyclus

Ad 1. Heeft betrekking op de hoeveelheid biogeen koolstof welke is opgeslagen in de (bio-based) grondstof van het bio-based product zoals het in het bouwwerk wordt geplaatst. Dit betekent het biogeen koolstof af fabriek (conform EN 15804 module A3) minus het verlies tijdens de bouwfase (EN 15804 modules A4-A5). Om onnodige complexiteit te vermijden beschouwen we vooralsnog alleen 'Gebruik' (EN 15804 module B1) en gaan ervan uit dat er geen biogeen koolstof verloren gaat of (extra) wordt vastgelegd gedurende de gebruiksfase (EN 15804 module B1-7) van het bouwproduct. Dus van de gebruiksfase worden de modules 'Onderhoud' (B2) en 'Reparaties' (B3) buiten beschouwing gelaten.

Ad 2. Dit element van de formule heeft betrekking op de wijze waarop de opgeslagen koolstof in het bouwproduct wordt overgedragen aan een volgende toepassing.

De waarderingsformule

Als eerste wordt de formule met zijn componenten in tekst beschreven gevolgd door de formule zelf.

De hoeveelheid biogeen koolstof in het product 'af fabriek' (en de daarmee samenhangende hoeveelheid CO₂) is berekend in alle LCA's volgens EN 15804 en wordt vervolgens vermenigvuldigd met een eerste variabele (V1). Deze vermenigvuldigingsfactor heeft een waarde tussen 0 en 1 waarin diverse aspecten tot uitdrukking kunnen komen samenhangend met milieu-effecten uit module A1 (teelt, oogst, etc.) die mogelijk momenteel niet goed worden gewaardeerd in de bepalingmethode / EN 15804. Deze deelaspecten zijn ook vermenigvuldigingsfactoren en hebben ieder, of mogelijk geclusterd, eveneens een waarde tussen 0 en 1.

De volgende component uit de vermenigvuldiging is een breuk.

In de teller van deze breuk staan de levensduur van het product (in de toepassing; in jaren) en de levensduur van het product of materiaal na 1^e toepassing (in jaren). Variabele 2 (V2) is wederom een vermenigvuldigingsfactor met een waarde tussen 0 en 1 waarmee onzekerheid rondom de levensduur na 1^e toepassing kan worden verrekend.

In de noemer van de breuk staat de tijd (in jaren) tot direct na de 'kritieke periode' (in jaren). Verondersteld wordt dat emissie van CO₂ na de 'kritieke periode' geen probleem meer is. Wij stellen voor deze periode op 100 jaar vast te stellen.

De formule voor de waardering van biogeen koolstof luidt als volgt:

$$W_{cb} = \left(V_1 * C_b * \frac{44}{12} \right) * \frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}}$$

Waarbij als voorwaarde geldt dat als $L_{p1} + (V_2 * L_{p2}) > T_{kp}$ dan $\frac{L_{p1} + (V_2 * L_{p2})}{T_{kp}} = 1$

W_{cb} Waardering biogeen koolstof, uitgedrukt in kg CO₂

V_1 Variabele 1

44/12 1 kg biogeen koolstof komt overeen met 44/12 kg CO₂

C_b Biogeen koolstof (kg)

L_{p1} Levensduur product in 1^e toepassing (jaar)

V_2 Variabele 2

L_{p2} Levensduur product na 1^e toepassing (jaar)

T_{kp} Tijd tot direct na 'kritieke periode'

Componenten uit de waarderingmethodiek

- V_1
Deze variabele heeft betrekking op de teelt / bosbouw en oogst (module A1). Als vertrekpunt gaan we ervan uit dat deze aspecten door de methode en de inventarisatiedata goed worden beschreven. V_1 dient ervoor om te corrigeren wanneer dat niet het geval is. De waarde van deze variabele is afhankelijk van onderstaande aspecten:

Aspecten	Plaats in het systeem:	Impact op variabele 'V1'	
<i>A) onttrekkingen en emissies als gevolg van teelt:</i>			
- Meststoffen	in LCI	Nee	
- Gewasbeschermingsmiddelen	in LCI	Nee	
- Effecten van landgebruik	in LCI	Nee	
- Watergebruik	in LCI	Nee	
-	Ja / Nee	
<i>B) Hernieuwbaarheid (groeitijd / nagroeikbaarheid)</i>			
	Uitgaande van duurzaam beheerd (dan ook in LCI)	Ja	==>duurzaam beheerd = voorwaarde; anders V1 = 0

Aspecten	Plaats in het systeem:	Impact op variabele 'V1'	
C) Kaalkap of deforestation (native forest)	Als dit het geval is dan vindt volgens EN 15804 declaratie plaats in GWP-LuLuc (in plaats van GWP-biogeen)	Ja	==>diskwalificatie; V1 = 0
D) Verdringing (gewas als bouwproduct in plaats van bijv. voedselproductie (monocultuur). Andere afwenteling, die niet door beschrijvende LCA in beeld wordt gebracht?	Buiten beschouwing	Nader te bepalen	

Vraag aan Klankbordgroepleden; Welke andere aspecten moeten volgens u ook een rol spelen? En op welke wijze zou u bovenstaande aspecten willen opnemen in V1?

De ingrediënten voor deze variabelen zullen in het kader van dit onderzoek (grotendeels) kwalitatief worden beschreven.

- *Hoeveelheid biogeen koolstof*
Dit betreft de hoeveelheid biogeen koolstof opgeslagen in het bouwproduct geplaatst in het bouwwerk.

Wijze van berekenen: biogeen koolstof af fabriek (module A3; berekening volgens EN 15804) minus verlies in de bouwfase (modules A4-A5)

- *Levensduur product*
Dit is de levensduur van het (bio-based) bouwproduct zoals dit wordt toegepast in het bouwwerk en betreft Gebruik (B1) uit de Gebruiksfase.
De levensduur wordt voor alle categorie 1, 2 en 3 productkaarten⁸ nu al vastgesteld ten behoeve van de LCA. De referentielevensduur wordt door de producent (of brancheorganisatie) onderbouwd gedeclareerd voor categorie 1 en 2. Voor categorie 3 wordt als basis gebruik gemaakt van de referentielevensduur per type bouwproduct uit de SBR-publicatie Levensduur van bouwproducten [SBR, 2011].
- *Levensduur na 1^e toepassing*
Dit betreft de levensduur na de eerste gebruiksfase van het bouwproduct, dus vanaf module C1.

⁸ Categorie 1 = producent-specifiek; categorie 2 = branche-specifiek; categorie 3 = generiek

Deze levensduur is zeer kort in het geval van stort en/of verbranding en zal langer zijn naarmate gefundeerd kan worden aangetoond dat een volgende toepassing garandeert dat de opgeslagen CO₂ langer wordt vastgehouden.

Aan de hand van de verwerkingsscenario's einde leven wordt bepaald wat er met het product gebeurt door middel van een procentuele verdeling over:

- producthergebruik
- materiaalrecycling
- verbranding
- stort
- ('laten zitten')

Deze scenario's komen overeen met de scenario's zoals deze voor bouwproducten staan vermeld in het bestand 'forfaitaire waarden verwerkingsscenario's einde leven'. Indien een fabrikant gefundeerd en onderbouwd kan aantonen dat een scenario voor zijn/haar product hiervan afwijkt, kan het desbetreffende scenario worden gehanteerd. De forfaitaire scenario's voor biobased materialen zijn onderwerp van het onderhavige onderzoek wat kan leiden tot uitbreiding of aanpassing van de scenario's.

Vooralsnog is onderscheid te maken in producthergebruik en materiaalrecycling (die tot verlenging van de koolstofvastlegging leiden) en verbranding waarbij er van vastlegging geen sprake meer is. We stellen voor stort (en 'laten zitten') eveneens te beschouwen als opheffing van de vastlegging.

Daarbij is het voorstel om voor hergebruik en recycling uit te gaan van een levensduur die gelijkstaat aan die van de oorspronkelijke levensduur van het product wanneer het in een tweede toepassing wordt gebruikt. Variabele 2 is onder meer bedoeld om voor de onzekerheid te corrigeren.

- V2

De waarde van deze variabele wordt berekend aan de hand van onderstaande factoren:

- c) Verwerkingsscenario einde leven
Om voor onzekerheid van de duur van de volgende toepassing bij hergebruik en recycling te corrigeren wordt in beginsel gedacht een factor 0,5 aan te houden (nader te bepalen na interviews).
- d) Garanties en bewijsvoering van hergebruik na 1^e toepassing.
De basisfactor 0,5 kan worden verhoogd onder bepaalde nader uit te werken voorwaarden.
- e) Onzekerheid voor producthergebruik en materiaalrecycling.

Vraag aan Klankbordgroepleden; welke andere factoren moeten volgens u ook nog een rol spelen?

- *Tijd tot aan kritieke periode*

Dit is de tijdsperiode tot aan het jaartal waarin verondersteld wordt dat emissie van CO₂ geen probleem meer is. Deze periode heeft een relatie met de nationale klimaatdoelen⁹ zoals die zijn vastgelegd in de Klimaatwet moeten zijn behaald.

Wij stellen voor deze periode op 100 jaar vast te stellen.

Vraag aan Klankbordgroepleden; Wat vindt u van deze periode van 100 jaar?

⁹ De volgende doelstellingen van het klimaatbeleid voor 2030 en 2050 wettelijk zijn verankerd:

- d) Nederland moet in 2050 de uitstoot van broeikasgassen met 95% gereduceerd hebben t.o.v. 1990;
- e) Voor 2030 is een tussentijds streefdoel gesteld van 49% broeikasgasreductie; en
- f) Voor 2050 is, eveneens als streefdoel, opgenomen dat de elektriciteitsproductie 100 % CO₂-neutraal is.

Bijlage 4: Bronnenlijst

- Bijleveld, M. (2021). Biobased Bouwen. Opgehaald van https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/02/CEdelft_PZH_Biobased-bouwen_def.pdf
- Carter, T. P. (2017). The Holy Grail: Chemistry Enabling an Economically Viable CO₂ Capture, Utilization, and Storage Strategy. Opgehaald van <http://www.mrl.ucsb.edu/~safinya/Climate%20Change/Carbon%20Capture%20ACS%20special%20issue/individual%20articles/acs.accounts.6b00479.pdf>
- Commission, E. (2020). *Circular Economy Action Plan*. Opgehaald van https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf
- Holmgren, D. P. (2021). The forest carbon debt illusion. Opgehaald van <https://www.skogsindustrierna.se/siteassets/dokument/rapporter/report-the-forest-carbon-debt-illusion.pdf>
- Ingvarsdóttir, A. (2020). Comparison of direct air capture technology to point source CO₂ capture in Iceland. Opgehaald van <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1520216/FULLTEXT01.pdf>
- Joe Giddings, J. P. (2021, February). The Carbon Footprint of Construction. Opgehaald van https://www.architectscan.org/_files/ugd/b22203_c17af553402146638e9bc877101630f3.pdf
- Jones, B. (2017). *Performance of Bio-based Building Materials*. Elsevier. Opgehaald van <https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=OPipDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=types+of+bio+based+materials&ots=dIRKyvVfF5&sig=yYTwZq8NwJk2o6vFKfBLcn00c#v=onepage&q=types%20of%20bio%20based%20materials&f=false>
- Kriegh, J. M. (2021). Opgehaald van [file:///C:/Users/berend_casper/Downloads/CLF-Carbon-Storing-Materials-Summary-2021-02-25%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/berend_casper/Downloads/CLF-Carbon-Storing-Materials-Summary-2021-02-25%20(1).pdf)
- Martin Sobota, I. D. (2021). Carbon Based Design. Opgehaald van <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2021/10/Carbon-Based-Design.pdf>
- USDA. (2019). *U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE*. Opgehaald van <https://www.fs.usda.gov/features/wood-product-and-carbon-connection>
- USDA. (2022). *Carbon Cycle*. Opgehaald van <https://www.fs.usda.gov/features/wood-product-and-carbon-connection>
- Van den Oever, A. v. (2022, Januari 20). <https://milieudatabase.nl/biobased-in-de-nmd/>. Opgehaald van <https://milieudatabase.nl/biobased-in-de-nmd/>
- WBCSD. (2020). The Building System Carbon Framework. Opgehaald van <https://www.wbcd.org/contentwbc/download/9731/146973/1>
- Will Steffen, K. R. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. doi:<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259855>

Zörgő, S. R. (2021). Exploring the Effects of Segmentation on SemiStructured Interview Data with Epistemic Network. Opgehaald van <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10248631>

Aveco de Bondt in opdracht van Stichting Nationale Milieudatabase. (nog te verschijnen).
Verwerkingsscenario's einde leven (werktitel).

Andersen, N. L. (2022). *Comparative life cycle assessment of cross laminated timber building and concrete building with special focus on biogenic carbon*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778821008884>