

Kennisbank Biobased Bouwen

LCA FASE BOUW | VOORONTWERP | CARBON BASED DESIGN

Samenvatting
Carbon Based design is een ontwerpbenadering die gericht is op het minimaliseren van de koolstofuitstoot gedurende de volledige levenscyclus van een product of gebouw. Deze aanpak houdt rekening met emissies vanaf de grondstofwinning en productie tot gebruik en einde van de levensduur, met als doel de milieu-impact te beperken door koolstofarme materialen, energie-efficiëntie, en recycling te bevorderen.

Het belang van Carbon Based Design
Het aanpakken van koolstofemissies is essentieel om de klimaatdoelen van het Klimaatakkoord van Parijs te halen. Door zich te richten op koolstofarme ontwerpen, kunnen bedrijven en ontwerpers bijdragen aan de vermindering van broeikasgasemissies.

Principes van Carbon Based Design
- CO2-arme materialen – Kies voor materialen met een lage koolstofvoetafdruk, zoals gerecyclede of hernieuwbare grondstoffen.
- Energie-efficiëntie – Ontwerp producten en processen met een laag energieverbruik tijdens productie en gebruik.
- Levenscyclusanalyse (LCA) – Voer LCA's uit om de totale koolstofimpact te begrijpen en te verminderen.
- Circulair ontwerp – Stimuleer hergebruik en recycling door ontwerpen demontabel en adaptief te maken. Voor meer info over circulair ontwerpen, zie kennisblokje ‘10R-ladder’.

Voorbeelden van carbon based design in de bouw zijn:
- Gebruik van duurzame materialen zoals gerecycled beton en hout.
- Optoppen van laagbouw uit de jaren ’60-’80 door extra woonlagen toe te voegen aan bestaande gebouwen, waarmee nieuwe infrastructuur en funderingen worden vermeden.
- Duplexen of triplexen van woningen door een woning op te splitsen in meerdere eenheden, waardoor extra woonruimte ontstaat met een relatief lage CO_2-uitstoot.

Carbon-based design biedt daarmee een geïntegreerde aanpak om de koolstofuitstoot in de bouw te verlagen en bij te dragen aan duurzamer bouwen.



Inhoud van deze module 'Carbon Based Design'

1 Carbon Based Design 2
2 Belang van carbon-based design 2
3 Principes van carbon-based design 2
4 Voorbeelden en toepassingen in de bouwsector 4
5 Bronnenlijst 4
6 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 5
7 Versiebeheer 10

1 Carbon Based Design

Carbon-based design verwijst naar een ontwerpmethode die zich richt op het minimaliseren van de koolstofvoetafdruk van producten, processen en systemen. Dit ontwerpprincipe houdt rekening met de hoeveelheid koolstof die vrijkomt tijdens de gehele levenscyclus van een product, van grondstofwinning en productie tot gebruik en einde van de levensduur. Het doel is om de milieu-impact te verminderen door koolstofarme materialen te gebruiken, energie-efficiëntie te bevorderen, levensduur te verlengen en hergebruik en recycling te stimuleren.

2 Belang van carbon-based design

Carbon-based design speelt een cruciale rol in de strijd tegen klimaatverandering. Door de focus te leggen op de koolstofemissies die gepaard gaan met ontwerp- en productieprocessen, kunnen bedrijven en ontwerpers bijdragen aan de wereldwijde inspanningen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Dit is van essentieel belang om de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs te behalen en de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder de 2 graden Celsius (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018).

3 Principes van carbon-based design

1. **Gebruik van koolstofarme materialen**
   Het kiezen van materialen met een lage koolstofvoetafdruk, zoals gerecyclede materialen of hernieuwbare grondstoffen, is een fundamenteel aspect van carbon-

based design (Miller, Doh, & Mulvey, 2015).

2. **Energie-efficiëntie**
   Het ontwerpen van producten en processen die minder energie verbruiken:
   1. Tijdens de productiefase van bouwmaterialen in de bouwmaterialenfabriek;
   2. Tijdens de realisatiefase van gebouwen op de bouwplaats;
   3. Tijdens de diverse transportbewegingen die zowel de productie- als realisatiefase vergt;
   4. Tijdens de gebruiksfase van gebouwen (het gebouw voorzien van elektriciteit, benodigd voor onder andere verwarmen en koelen).

   Door bovenstaande aspecten goed af te wegen en mee te nemen in de ontwerpfase, kan de bouwsector bijdragen aan het verlagen van de koolstofemissies (Papanek, 1984).

3. **Levenscyclusanalyse (LCA)**
   Het uitvoeren van een uitgebreide levenscyclusanalyse om de totale koolstofimpact van een product te begrijpen en te minimaliseren (Baumann & Tillman, 2004). Vanuit het levenscyclusperspectief van gebouwen omvatten de koolstofemissies van gebouwen niet alleen de directe emissies van de bouw en exploitatie van gebouwen, maar ook de emissies die voortkomen uit de productie en sloop van bouwmaterialen, evenals de verwerking en recycling ervan en het vervoer van bouwmaterialen en afval (Liang, Bian, & Dong, 2024).

4. **Circulair ontwerp**
   Het bevorderen van hergebruik en recycling om de levensduur van producten en gebouwen te verlengen en de noodzaak van nieuwe grondstoffen te verminderen (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Dit omvat ook demontabel en adaptief bouwen, evenals IFD-bouwen (Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen), dat in de jaren '90 van de twintigste eeuw werd gepromoot door onder andere TU Eindhoven. IFD-bouwen is een bouwtechniek die een gezamenlijke strategie van bouwpartners vereist. Deze techniek omvat modulair ontwerpen en bouwen. Door rekening te houden met mogelijke veranderingen in gebouwen, worden ze zoveel mogelijk samengesteld uit industrieel vervaardigde bouwcomponenten.
   Flexibele gebouwen of woningen blijven aansluiten op de wensen van gebruikers en bewoners en kunnen relatief eenvoudig worden aangepast wanneer deze wensen of gebruikers veranderen. De functie van een gebouw kan veranderen; IFD speelt hierop in door een flexibele en dus eenvoudigere methode van aanpassen (denk aan modulair bouwen, plug-and-play en ‘lego-stenen’ als gestandaardiseerde bouwcomponenten) (De Vree, z.d.).

4 Voorbeelden en toepassingen in de bouwsector

- Het gebruik van duurzame bouwmaterialen zoals gerecycled beton en hernieuwbare materialen, zoals hout. En De inzet van energie-efficiënte bouwtechnieken om de koolstofvoetafdruk van gebouwen te verminderen (Pomponi & Moncaster, 2017).

  - Denk bij hernieuwbare materialen – naast hout - ook aan vlas, hennep, stro, etc.
  - Denk bij energie-efficiënte bouwtechnieken bijvoorbeeld aan de toepassing van de PassiefHuis-principes, om op die manier de stap naar low-tech of – waar mogelijk – naar installatieloze bouwconcepten te zetten.

- Het gebruik van lokale bouwmaterialen, zodat minder transport benodigd is.
- Het optoppen van laagbouw vanuit de jaren ’60, ’70 en ’80 van de vorige eeuw. Deze laagbouw is veelal constructief overgedimensioneerd, waardoor het aanbrengen van 2 of 3 extra woonlagen bovenop mogelijk is. Door op deze manier te bouwen, in plaats van ‘nieuwbouw in een weiland’, is het niet nodig om een fundering aan te brengen, nieuwe wegen en andere infrastructuur aan te leggen, waarmee veel CO2-uitstoot vermeden kan worden.
- Het duplexen of triplexen van woningen. Hierbij wordt een woning gesplitst tot twee of drie deelwoningen. Op deze manier kan – met relatief weinig CO2 – extra woonruimte gecreëerd worden.

5 Bronnenlijst

- Bakker, C. A., Wever, R., Teoh, C., & de Clercq, S. (2014). Designing cradle-to-cradle products: A reality check. International Journal of Sustainable Engineering, 3(1), 2-8. *https://doi.org/10.1080/19397038.2014.938834*

- Baumann, H., & Tillman, A. M. (2004). The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application. Studentlitteratur AB.

- De Vree. (z.d.). IFD, modulair bouwen. Geraadpleegd op 08-01-2025 van https://www.joostdevree.nl/shtmls/ifd.shtml

- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers. Geraadpleegd op 01-10-2024 van *https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers*

- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2018). Global Warming of 1.5°C. Geraadpleegd op 01-10-2024 van *https://www.ipcc.ch/sr15/*

- Liang, H, Bian, X., & Dong, L. (2024). Towards net zero carbon buildings: Accounting the building embodied carbon and life cycle-based policy design for Greater Bay Area, China. Geraadpleegd op 01-10-2024 van *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S167498712300227X*

- Miller, T. R., Doh, J. P., & Mulvey, P. W. (2015). Strategies for Carbon-based Design. Journal of Industrial Ecology, 19(3), 435-447. https://doi.org/10.1111/jiec.12200

- Papanek, V. (1984). Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. Academy Chicago Publishers.

- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. Journal of Cleaner Production, 143, 710-718. *https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055*

- Van den Brand, G.J.W. (2000). Uitgangspunten van IFD bouwen: industriëel, flexibel en demontabel bouwen is een gezamenlijke strategie voor bouwpartners. TNO. Geraadpleegd op 08-01-2025 van *https://repository.tno.nl/SingleDoc?docId=16303*

6 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen

1.1. Why (Opgaven) – Urgentie, Grondstoffentransitie en meer

1.1.1. Urgentie Grondstoffentekorten
1.1.2. Parijs 2050
1.1.3. NL programma's Circulaire Economie
1.1.4. Rol Bouwsector
1.1.5. CO2 uitstoot
1.1.6. Aantasting Milieu, biodiversiteit …

1.2. Definities

1.2.1. Van lineair naar circulair
1.2.2. Duurzaamheid versus circulariteit
1.2.3. Natuurinclusief versus klimaatadaptief
1.2.4. Definities circulair ontwerpen

1.3. Modellen en (reken)tools

1.3.1. Model R-ladder
1.3.2. Model Lagen van Brand
1.3.3. Model LCA
1.3.4. MPG
1.3.5. BCI
1.3.6. CO2-tool

1.3.7. BENG

1.4. Strategieën

1.4.1. Circulaire principes

1.4.2. Schaalniveaus circulariteit

1.4.3. Preventie-waardebehoud-waardecreatie

1.4.4. Natuurinclusief bouwen

2. Biobased Bouwen

2.1. Doelstellingen

2.1.1. Waarom Bouwen met Biobased Bouwmaterialen?

2.1.2. 'Van Plant tot Pand' - Kansen Biobased Bouwen

2.1.3. NABB

2.1.4. Reductie stikstof …

3. LCA Fase - PRODUCTIE

3.1. Winning van grondstoffen

3.1.1. Secundaire grondstoffen

3.1.1.1. Technologische cyclus

3.1.1.2. Demontage - Sloop

3.1.1.3. Kleding

3.1.1.4. Papier

3.1.2. Plantaardig - Natuurlijke cyclus]

3.1.2.1. Hout

3.1.2.1.1. Massief Hout

3.1.2.1.2. Bewerkt Hout

3.1.2.1.2.1 CLT

3.1.2.1.2.2 LVL

3.1.2.1.2.3 Glulam

3.1.2.1.3. Houtvezel Isolatieplaten (thermische isolatie)

3.1.2.1.4. Houtvezelplaat

3.1.2.1.4.1 Hardboard

3.1.2.1.4.2 Zachtboard

3.1.2.1.4.3 MDF en HDF

3.1.2.1.5. Houtspaanderplaat

3.1.2.1.5.1 Spaanplaat

3.1.2.1.5.2 OSB

3.1.2.1.6. Triplex

3.1.2.2. Hennepvezel isolatie

3.1.2.3. Lisdodde

3.1.2.4. Vlaswolisolatie

3.1.2.5. Zeewier

3.1.2.6. Bamboe Interieur

3.1.2.7. Strobalen bouwmethode
3.1.2.8. Miscanthus
3.1.2.9. Kalkhennepbeton
3.1.2.10. Geëxpandeerde Kurkisolatie
3.1.2.12. Grasisolatieplaten
3.1.2.13. Riet
3.1.2.16. Vlasspaanplaat
3.1.2.17. Inblaasstro
3.1.2.18. Stro isolatie infill methode
3.1.2.19. Bamboe exterieurafwerking
3.1.2.20. Kalkhennep blokken

3.1.3. Dierlijke cyclus

3.1.3.1. Wol

3.1.4. Overige grondstoffen

3.1.4.1. Mycelium isolatiepanelen
3.1.4.2. StampLeem en LeemSteen

3.1.5. (Bio)Composieten

3.1.5.1. Biocomposieten met olien en vetten
3.1.5.2. Biocomposieten met plantaardige vezels
3.1.5.3. BioFoam isolatie

3.2. Transport

3.2.1. Keten Agro-Productie-Fabricage

3.3. Productie

3.3.1. Grondstof - Materiaal - Product - Element
3.3.2. Bewerkingen grondstoffen en materialen
3.3.3. Modulair
3.3.4. Samengestelde bouw
3.3.5. Opslag versus emissie CO2
3.3.6. Opschalen

3.4. Productie Isolatiematerialen

3.4.1. Biobased IsolatieMaterialen
3.4.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen

3.5. Productie Plaatmaterialen

3.5.1. Biobased PlaatMaterialen
3.5.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen

3.6. Productie Constructieve elementen

3.6.1. Constructieve biobased elementen
3.6.2. Bindmiddelen en impregneerstoffen

4. LCA Fase – BOUW

4.1. Transport

4.1.1. Keten productie-montage
4.1.2. Materiaal vs Product vs Element vs Unit
4.2. Bouw- en installatieproces, aanleg
4.2.1. Initiatieffase
4.2.1.1. GPR Gebouw, BREEAM
4.2.1.2. Het Nieuwe Normaal
4.2.1.3. Circulair bouwen met biobased bouwmaterialen
4.2.1.4. BBL – Gemeente
4.2.1.5. Circulair uitvragen – aanbesteden
4.2.1.6. Integrale strategieën
4.2.1.7. Circulaire ambities
4.2.1.8. Preventie-waardebehoud-waardecreatie
4.2.2. Haalbaarheid product/marktcombinaties
4.2.2.1. Kengetallen
4.2.2.2. Capaciteit
4.2.2.3. Marktcomform
4.2.2.4. Opname en materiaalpaspoort
4.2.2.5. PvE / schets door adviseur
4.2.2.6. Inschrijven voor ontwerpers – architecten
4.2.3. Projectdefinitie
4.2.3.1. Opschaalbaarheid
4.2.3.2. Persoonlijk
4.2.3.3. Aanbestedingsvorm aannemer – consortium
4.2.4. Voorontwerp
4.2.4.1. Constructieprincipes
4.2.4.2. Damp-open bouwen
4.2.4.3. Carbon Based Design
4.2.4.4. Gezond Bouwen
4.2.4.5. Kwaliteit en Garantie
4.2.4.6. VO
4.2.4.7. Hergebruik (R-Ladder)
4.2.4.8. Passief Bouwen
4.2.5. Definitief ontwerp
4.2.5.1. MPG
4.2.5.2. Biobased Isolatiematerialen
4.2.5.3. R-waarde, warmtecapaciteit, faseverschuiving, verdamping
4.2.5.4. Brandveiligheid
4.2.5.5. Circulaire materialen
4.2.5.6. Montage, demontage, remontage producten
4.2.5.7. Constructiecontrole

4.2.5.8. 'Bouwbesluit' eisen

4.2.6. Definitief (technisch)-ontwerp

4.2.6.1. Losmaakbaar detailleren
4.2.6.2. Droge verbindingen
4.2.6.3. Luchtdicht bouwen

4.2.7. Uitvoeringsgereed ontwerp

4.2.7.1. Uitvoeringslogistiek
4.2.7.2. Montage en demontage voorschriften (materialenpaspoorten)
4.2.7.3. WKB Circulair bouwen met Biobased Bouwmaterialen
4.2.7.4. Voorbereiding

4.2.8. Uitvoering

4.2.8.1. LEAN werkproces toepassen tbv leren en innoveren
4.2.8.2. Uitvoering als bouwmanager
4.2.8.3. Oplevering, uitzonderingen bouwbesluit en hoe je daar mee om gaat

5. B – GEBRUIK

5.1. Gebruik

5.1.1. Handleiding voor gebruiker
5.1.2. Levensduur en Kwaliteit
5.1.3. Hergebruik/herwinbaar

5.2. Onderhoud

5.2.1. MJOB maken en bewaken
5.2.2. Nazorg/MJOP

5.3. Reparaties

5.3.1. Klachten en nazorg
5.3.2. Nazorg/MJOP

5.4. Vervangingen

5.4.1. Onderhoud
5.4.2. Losmaakbaarheid
5.4.3. Hergebruik bij vervanging

5.5. Hernieuwing

5.5.1. Verbeteringstrajecten en innoveren

5.6. Operationeel energiegebruik / Passief huis

5.7. Operationeel watergebruik

6. SLOOP

6.1. Sloop

6.1.1. Sloop vs Demontage
6.1.2. Methoden sloop

6.2. **Demontage**

6.2.1. Waardemodel sloop
6.2.2. Elementen - Producten - Materialen - Grondstoffen Bronnen

6.3. **Transport**
6.3.1. Keten sloop-verwerking
6.3.2. Afvalscheiding bron vs locatie verwerking
6.4. **Afvalbewerking**
6.4.1. Principes
6.4.1.1. Keten hergebruik hout
6.4.1.2. Cascadering
6.4.2. Verwerking tot grondstoffen
6.4.2.1. Duurzaamheidsklassen
6.4.2.2. Onbehandeld vs Behandeld hout
6.4.2.3. Natuurlijke cyclus – composteren
6.4.3. Verwerking materialen en producten
6.4.3.1. Kwaliteitsbeoordeling
6.4.4. Stort – Verbranding
6.4.4.1. Hergebruik energie
6.4.4.2. Biochar
6.5. Finale afvalbewerking, producten op basis van secundaire grondstoffen
6.5.1. Producten op basis van secundaire grondstoffen
7. **HERGEBRUIK**
7.1. Materiaal paspoort i.c.m. 3-D model
7.2. Urban mining
7.3. Tussenhandel secundaire materialen
7.4. Kwaliteitsbeoordeling
7.5. Regelgeving
7.6. Reuse vs Repurpose

7 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	25-10-2024	Frits Schultheiss	HAN		Startdocument
02	07-11-2024	Carla Rongen	HAN		Aanvulling
03	5-12-2024	Frank Huijben	Avans		Aanvullingen
04	14-01-2025	Carla Rongen	HAN		Aanvullingen verwerkt