

Kennisbank Biobased Bouwen

LCA FASE BOUW | MATERIAAL VS PRODUCT VS ELEMENT VS UNIT

Samenvatting

Binnen LCA-fase A4 Transport is het belangrijk om onderscheid te maken tussen materiaal-, product-, element- en unitniveau, omdat deze niveaus elk andere logistieke eisen, CO_2-impact en risico's met zich meebrengen.

Hoe groter en complexer het bouwdeel, hoe zwaarder de transportbelasting, maar vaak ook hoe beter de bouwkwaliteit en snelheid op de bouwplaats.

Voor circulair en biobased bouwen is dit onderscheid cruciaal: het bepaalt beschadigingsrisico, vochtbelasting, faalkosten, CO_2-emissie, opslagbehoefte en montage-efficiëntie.

Inhoud van deze module

1 Inleiding | Waarom verschillende transportniveaus? 2
2 Vier transportniveaus (A4) 3
3 Vergelijking van de niveaus 4
4 Invloed op circulariteit en A4-CO2 5
5 Conclusie 5
6 Bronnenlijst 5
7 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 6
8 Versiebeheer 11

1 Inleiding | Waarom verschillende transportniveaus?

De bouwsector verschuift naar prefab, modulair en industrieel bouwen. Hierdoor worden componenten steeds groter en complexer vervoerd — van losse materialen zoals houtvezel tot complete woonmodules.

Deze verschuiving verandert de logistieke keten en beïnvloedt:

- CO_2-impact
- Bouwsnelheid
- Risico op schade
- Benodigde opslagruimte
- Crane-planning
- Kostenefficiëntie

Transport per niveau (materiaal > product > element > unit) vraagt telkens een andere aanpak.



4.1.2. Figuur 1 | Industrieel gebouwde woningdelen op transport
Bron: Nu.nl - https://share.google/Ovgy2EgL8D8peYlz9

2 Vier transportniveaus (A4)

1. Materiaalniveau (grondstoffen, bulk)
   Voorbeelden:
   - Houtvezels, cellulose, vlas, hennep, kalk, leem
   - Staalprofielen, gips, platen, losse isolatie

   Kenmerken
   - Hoge beladingsgraad waardoor lage transportkosten per pm3
   - Eenvoudige logistiek (bulktransport)
   - Hogere kans op beschadiging of vochtopname bij biobased materialen
   - Vereist goede verpakking en klimaatregie

   Biobased risico's
   - Vochtindringing, schimmelvorming, compressieschade (bij vezelisolatie)

   Voorbeeld
   Transport van balen sinaasvezel, hennep of vlas vanuit regionale hubs naar prefab fabrieken (Building Balance 20240

2. Productniveau (afgewerkte bouwproducten)
   Voorbeelden:
   - Kozijnen, deuren, isolatiepanelen, dak-elementen, CLT-platen, leidingen.

   Kenmerken
   - Meer maatwerk dus hogere kwetsbaarheid
   - Verpakking en randbescherming essentieel
   - Transport moet worden afgestemd op montagesoftware (BIM)
   - Kans op faalkosten stijgt bij schade

   Biobased risico's
   - Kromtrekken, delaminatie (CLT), randbeschadiging, vochtbelasting.

   Voorbeeld
   Transport van complete kozijnen met hergebruiklabel naar schoolgebouwen (via Insert-marktplaatsen).

3. Elementniveau (prefab bouwdelen)
   Voorbeelden:
   - Prefab HSB-wanden, vloerelementen, gevelelementen, daken
   - Installatiemodules
   - Circulaire bouwdelen uit donor-gebouwen

   Kenmerken
   - Afwijkende afmetingen > vergunning/routeplanning
   - Lagere beladingsgraad > hogere CO_2 per rit

- Sneller bouwen en minder faalkosten
- Hogere risico's bij spanbanddruk, hijsschade, regenbelasting

Biobased risico's

- Vochtindringing in HSB-wanden, zwelling, uitzetting, kwetsbare hoeken.

Voorbeeld
Prefab wandmodules van CLT + hennepisolatie via logistieke hubs (TU/e Industrialised Building Logistics, 2023).

4. Unitniveau (volmodulaire bouw)
Voorbeelden:
   - Complete woningmodules, sanitaire units, technische ruimtes

Kenmerken

- Minst efficiënt qua transport met de grootste volumebelasting
- Hoogste assemblagesnelheid op locatie
- Complexste routeplanning en kraanplanning
- Transport onder speciale ontheffingen (breedte, hoogte, gewicht)

Biobased risico's

- Schokbelasting, regen, windbelasting tijdens transport.

Voorbeeld
Volmodulaire houten woningmodules van ±12 ton richting stedelijke bouwplaatsen (Fraunhofer IBP, 2024).

3 Vergelijking van de niveaus

Niveau	Transportefficiëntie	CO_2-impact	Risico op schade	Bouwsnelheid	Circulaire kansen
Materiaal	★★★★★	★☆☆☆☆	★★★☆☆	★☆☆☆☆	hoog (biobased verwerking)
Product	★★★★☆	★★☆☆☆	★★★★☆	★★☆☆☆	middel
Element	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★★	★★★★☆	hoog (losmaakbaar & prefab)
Unit	★☆☆☆☆	★★★★★	★★★★★★	★★★★★	zeer hoog (remontabel)

Interpretatie: hoe groter het bouwdeel, hoe hoger de transportimpact, maar hoe sneller de bouw én hoe groter de circulaire kansen via remontabel bouwen.

TIP

Zie Kennisblokjes

- *4.1.1 Keten productie–montage*
- *6.3.1 & 6.3.2 – Keten Sloop-Verwerking*
- *3.2.1 – Transport productieketen*
- *4.2.7.1. Uitvoeringslogistiek*
- *5.4.2 Losmaakbaarheid*

4 Invloed op circulariteit en A4-CO2

Volgens TU/e (2023) vertegenwoordigt transport van prefab-elementen 15–35% van de CO_2-impact in modulair bouwen. Maar door minder faalkosten en snellere bouw is de totale projectimpact vaak juist lager.

Belangrijk:

- Biobased materialen profiteren van snelle montage (minder vochtbelasting)
- Element- en unitniveau maakt losmaakbare verbindingen eenvoudiger
- Transportoptimalisatie (volle ritten, hubs, elektrische trucks) maakt prefab concurrerend met traditioneel bouwen (CE Delft, 2024)

5 Conclusie

De keuze tussen transport op materiaal-, product-, element- of unitniveau bepaalt:

- CO_2-uitstoot in fase A4
- Faalkosten op de bouwplaats
- Kwaliteit van biobased materialen
- Planning van montage en logistiek
- Circulariteitskansen van het totale gebouw

Voor circulair en biobased bouwen geldt: hoe groter het bouwdeel, hoe hoger de transportimpact, maar hoe beter de circulariteit en montagesnelheid, mits goed beschermd, gepland en geconditioneerd.

6 Bronnenlijst

- TU/e Built Environment – Industrialised Building Logistics
  Find Research Projects - Research portal Eindhoven University of Technology
  https://research.tue.nl/en/projects/
  Bezocht: 27 nov 2025

- Building Balance - een sterke keten voor biovezels
  een sterke keten voor biovezels - Building Balance
  https://buildingbalance.eu/regioprojecten/een-sterke-keten-voor-biovezels/
  Bezocht: 27 nov 2025

- Lean Construction Institute NL (2023) – The Last Planner
  Last Planner System® | Lean Construction Institute https://leanconstruction.org/lean-topics/last-planner-system/
  Bezocht: 27 nov 2025

- Rijkswaterstaat (2024) – Handreiking Bouwlogistiek

  Factsheet: Logistieke aanpak
  https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/nederland-bereikbaar-hinderaanpak/toolbox/factsheet-logistieke-aanpak
  Bezocht: 27 nov 2025

7 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

8 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	28-11-2025	Francisco Navarro	Deltion		Startdocument
02					Aanvulling
03					
04					