

Kennisbank Biobased Bouwen

GEBRUIK | LOSMAAKBAARHEID

Samenvatting

Losmaakbaarheid is een kernprincipe van circulair bouwen. Het verwijst naar de mate waarin een gebouw, element of component eenvoudig uit elkaar te halen is zonder schade aan te brengen aan de onderdelen. Dankzij losmaakbare verbindingen kunnen bouwdelen worden vervangen, gerepareerd of hergebruikt.

In de context van vervanging betekent losmaakbaarheid dat het ontwerp en de uitvoering van gebouwen zijn voorbereid op toekomstig onderhoud, aanpassing en demontage. Zo ontstaat een gebouw dat kan meebewegen met veranderende functies en dat waarde behoudt over zijn levensduur.

Losmaakbaarheid is dus niet het einddoel, maar een middel om hoogwaardig hergebruik en CO_2-reductie te realiseren.

Inhoud van deze module

1 Wat is losmaakbaarheid? 2
2 Het belang van losmaakbaar ontwerpen en bouwen 3
3 Ontwerpprincipes van losmaakbaarheid 3
4 Toepassing in ontwerp en uitvoering 5
5 Proces en organisatie 5
6 Financiële waarde van losmaakbaarheid 6
7 Conclusie 6
8 Bronnenlijst 6
9 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 7
10 Versiebeheer 12

1 Wat is losmaakbaarheid?

Losmaakbaarheid is het vermogen van een bouwwerk of element om zonder schade te worden gedemonteerd. Een losmaakbaar ontwerp maakt het mogelijk om onderdelen uit elkaar te halen en opnieuw te gebruiken.



5.4.2. Figuur 1 | losmaakbaar bouwen
Bron: https://www.prefabbeurs.nl/nl/nieuws-item/Naar-losmaakbaar-detailleren/

Volgens de Handreiking Losmaakbaarheid (2019) is het 'de mate waarin objecten demonteerbaar zijn op alle schaalniveaus binnen werken en gebouwen, zodat het object zijn functie kan behouden en hoogwaardig hergebruik realiseerbaar is.'

Het principe raakt drie domeinen:

1. Technisch
   Hoe is het materiaal verbonden?
2. Procesmatig
   Hoe materiaal wordt ontworpen en beheerd?
3. Financieel
   Hoe kan de restwaarde van het materiaal de demontagekosten compenseren?

Vier doelen van losmaakbaar detailleren en bouwen

1. De meest bekende is hergebruik van elementen of materialen in de toekomst.

2. Mogelijkheid tot vervanging
3. Mogelijkheden voor reparatie
4. Mogelijkheid tot verplaatsen bekende ambities van losmaakbaar detailleren.

Bron: Houtbouwbeurs.nl, nieuwsitem 'Peter Kuindersma over losmaakbaar detailleren', gepubliceerd op 23 februari 2024 , bezocht op 29 oktober 2025

TIP

Zie de modules

- *1.3.1. Modellen en (reken)tools | R-Ladder*
- *4.2.1.7. Circulaire Ambities*
- *1.4.2. Schaalniveaus Circulariteit*
- *3.1.1.2 Demontage - Sloop*
- *1.2.2. Duurzaamheid versus circulariteit*

2 Het belang van losmaakbaar ontwerpen en bouwen

Losmaakbaarheid draagt bij aan de grondstoffentransitie en voorkomt dat waardevolle materialen verloren gaan bij vervanging of sloop.

Een losmaakbaar gebouw functioneert als een materialenbank: bouwdelen kunnen worden vervangen of verplaatst zonder schade aan andere onderdelen. Dit maakt onderhoud goedkoper, verlengt de levensduur en vermindert de milieubelasting.

Daarnaast bevordert losmaakbaarheid innovatie in ontwerp en bouwlogistiek: standaardisatie, modulaire systemen en slimme verbindingen maken het mogelijk om gebouwen aanpasbaar te houden gedurende hun levenscyclus.

3 Ontwerpprincipes van losmaakbaarheid

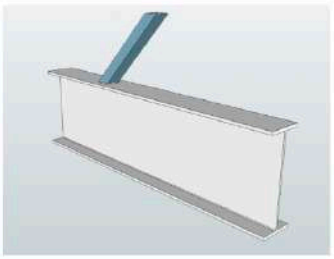
Losmaakbaarheid begint in het ontwerp. De belangrijkste ontwerpprincipes zijn:

- Droge verbindingen
  Schroeven, bout-moerverbindingen of kliksystemen in plaats van lijmen of kitten
- Toegankelijkheid
  Verbindingen moeten bereikbaar zijn zonder destructieve handelingen
- Vormvrijheid
  Onderdelen mogen elkaar niet volledig insluiten (geen 'vorminsluiting')
- Scheiden van functies
  Elk onderdeel vervult één duidelijke functie en kan afzonderlijk worden vervangen

- Prefabricage
  Modulaire, gestandaardiseerde componenten vergroten de demontage- en hergebruikpotentie

Door deze principes toe te passen, kunnen elementen als gevels, vloeren of installaties afzonderlijk worden vernieuwd zonder schade aan de hoofddraagconstructie. Maar ook de elementen op zichzelf moeten demonteerbaar zijn, zoals bijvoorbeeld een gevel die opgebouwd is uit een buitenblad met een HSB-wand met biobased isolatiematerialen als draagstructuur.





TYPE VERBINDING	
Droge verbinding	Verbindingen zonder toegevoegde elementen Klikverbinding Klittenbandverbinding Magnetische verbinding
Verbinding met toegevoegde elementen	Bout- en moerverbinding Veerverbinding Hoekverbindingen Schroefverbinding Verbindingen met toegevoegde verbindings-elementen
Directe integrale verbinding	Pin-verbindingen Spijkerverbinding
Zachte chemische verbinding	Kitverbinding
Harde chemische verbinding	Lijmverbinding Aanstortverbinding Lasverbinding Cementgebonden verbinding Chemische ankers Harde chemische verbinding

5.4.2. Figuur 2 | Type verbindingen. De Transitieagenda Circulaire Bouweconomie heefft bovenstaande figuur overgenomen uit Transformable building structures.
door Durmisevic, E. 2016, Technische Universiteit Delft, Delft.
Bron: https://repository.tudelft.nl/record/uuid:9d2406e5-0cce-4788-8ee0-c19cbf38ea9a

4 Toepassing in ontwerp en uitvoering

In de ontwerpfase worden losmaakbare details opgenomen in tekeningen en BIM-modellen. Ontwerpers gebruiken digitale instrumenten zoals de Losmaakbaarheidsindex (LI), die elk bouwdeel beoordeelt op type verbinding, toegankelijkheid, vorminsluiting en doorkruisingen.

In de uitvoeringsfase is vakmanschap essentieel: verbindingen moeten met precisie worden aangebracht zodat ze later onbeschadigd losgemaakt kunnen worden. Ook worden demontage-instructies en materiaalpaspoorten opgesteld, waarmee toekomstige gebruikers weten hoe onderdelen kunnen worden vervangen of hergebruikt.

De toepassing van biobased materialen versterkt losmaakbaarheid omdat natuurlijke materialen zoals hout of hennep vaak zonder chemische verlijming kunnen worden verwerkt.

TIP
Zie de modules

- *4.2.6.1. Losmaakbaar detailleren*
- *Rekentools | 1.3.5. Building Circularity Index (BCI)*
- *4.2.5.6. Montage en demontage*
- *4.2.5.7. Constructiecontrole*
- *4.2.2. Haalbaarheid biobased bouwen*
- *3.3.4. Samengestelde bouw*
- *5.4.3. Hergebruik bij vervanging*
- *4.2.1.5. Circulair uitvragen en aanbesteden*
- *1.4.1. Circulaire principes*
- *6.2. Demontage*

5 Proces en organisatie

Losmaakbaarheid vraagt niet alleen om technisch inzicht, maar ook om goede procesafspraken. In geïntegreerde contractvormen (zoals DBM of DBFM) wordt losmaakbaarheid geborgd door het opnemen van functionele eisen en gunningscriteria.

Volgens de Handreiking Losmaakbaarheid (2019) moet losmaakbaarheid worden meegewogen in ontwerp, onderhoud én demontage.

Daarnaast is samenwerking in de keten cruciaal. Ontwerpers, aannemers, leveranciers en opdrachtgevers delen informatie via materiaalpaspoorten en databases (zoals Insert of Madaster) zodat hergebruik logistiek en economisch haalbaar blijft.

TIP
Zie module 1.4.1. Circulaire principes voor meer informatie.

6 Financiële waarde van losmaakbaarheid

Losmaakbaarheid creëert een restwaarde voor materialen en producten. Als onderdelen eenvoudig te demonteren zijn, kunnen ze bij vervanging worden verkocht of hergebruikt.

De Building Circularity Index (BCI) koppelt losmaakbaarheid rechtstreeks aan de circulaire waarde van een gebouw: hoe hoger de losmaakbaarheidsindex, hoe groter de kans op hoogwaardig hergebruik en hoe lager de toekomstige milieukosten.

Voor opdrachtgevers levert dit voordelen op in aanbestedingen, onderhoudsplanning en waardeontwikkeling van vastgoed.

> ***TIP***
> *Zie module Rekentools | 1.3.5. Building Circularity Index (BCI)*

7 Conclusie

Losmaakbaarheid vormt de brug tussen ontwerp en hergebruik. Het zorgt ervoor dat gebouwen niet worden afgeschreven, maar voortdurend kunnen evolueren.
Door slim te ontwerpen, droge verbindingen toe te passen en samenwerking in de keten te organiseren, wordt elke vervanging een kans om waarde te behouden.

Zo draagt losmaakbaarheid bij aan de transitie van lineair bouwen naar een adaptieve, circulaire bouwpraktijk waarin gebouwen nooit ‘af’ zijn, maar steeds opnieuw beginnen.

8 Bronnenlijst

- Handreiking Losmaakbaarheid – PIANO (2019)
  gepubliceerd door de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie
  https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2019/07/Handreiking-Losmaakbaarheid-Pianoo-en-RWS-juli2019.pdf
  Bezocht op 30 oktober 2025

- Leidraad Losmaakbaar Detailleren – Platform CB’23 (2023)
  Bron: https://platformcb23.nl/wp-content/uploads/PlatformCB23_Leidraad_Losmaakbaar-detailleren.pdf
  Bezocht op 30 oktober 2025

- Building Circularity Index (BCI) –BCI Gebouw (2024)
  gepubliceerd door de Alba Concepts
  https://www.bcigebouw.nl
  Bezocht op 30 oktober 2025

- Circular Design Principles
  door Durmisevic, E. 2016, Technische Universiteit Delft, Delft.
  Bron: https://repository.tudelft.nl/record/uuid:9d2406e5-0cce-4788-8ee0-c19cbf38ea9a
  Bezocht op 30 oktober 2025

- Handreiking Praktische Handvatten Losmaakbaarheid voor Opdrachtgevers – Arcades / RVO
  Bron: https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2024/06/HANDREIKING-Praktische-handvatten-losmaakbaarheid-voor-opdrachtgevers_v2.0_CONCEPT.pdf
  Bezocht op 30 oktober 2025

- Houtbouwbeurs.nl, nieuwsitem 'Peter Kuindersma over losmaakbaar detailleren'
  Gepubliceerd op 23 februari 2024
  https://www.houtbouwbeurs.nl/nl/nieuws-item/Peter-Kuindersma-over-losmaakbaar-detailleren/
  Bezocht op 29 oktober 2025

9 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. Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (WKB) & Materialenpaspoort
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
- Handleiding voor gebruiker
- Levensduur en Kwaliteit
- 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

Met opmaak: Lettertype: Niet Vet, Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35)), Niet Markeren

Met opmaak: Lettertype: Niet Vet, Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Lettertype: Niet Vet, Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Tekstkleur: Aangepaste kleur (RGB(55;86;35))

Met opmaak: Lettertype: Niet Vet, Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Tekstkleur: Auto

Met opmaak: Lettertype: Vet, Tekstkleur: Achtergrond 1, Markeren

Met opmaak: Lettertype: Vet, Tekstkleur: Achtergrond 1

Met opmaak ... [1]

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

10 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	31-10-2025	Francisco Navarro	Deltion		Startdocument
02					Aanvullingen
03					
04					

Pagina 11: [1] Met opmaak	Microsoft Office User	18-12-2025 14:43:00

Lettertype: Vet, Tekstkleur: Achtergrond 1