

Kennisbank Biobased Bouwen

WINNING VAN GRONDSTOFFEN | DEMONTAGE - SLOOP

Samenvatting

De transitie naar een circulaire bouweconomie beoogt de milieudruk van grondstoffengebruik te reduceren door hergebruik en hoogwaardige recycling van bouwmaterialen. Om de afhankelijkheid van primaire grondstoffen – en de bijbehorende milieuschade door bijvoorbeeld mijnbouw – te verminderen, is het noodzakelijk om secundaire grondstoffen efficiënt in te zetten binnen de bouwsector.

Sloop en demontage spelen hierin een sleutelrol. Waar traditionele sloop leidt tot afvalstromen, richt circulair slopen zich op het behoud van materialen en elementen voor hergebruik. Bij demontage – een zorgvuldige vorm van slopen – worden bouwelementen zodanig verwijderd dat ze hoogwaardig kunnen worden hergebruikt. Dit vergt een aangepaste aanpak, mede afhankelijk van de oorspronkelijke constructiewijze, staat van de elementen en gebruikte bevestigingsmiddelen.

Belangrijke materiaalstromen uit sloop zijn onder meer beton, baksteen, staal, glas en hout. Deze worden in toenemende mate gerecycled, vaak nog laagwaardig, maar met technologische innovatie zijn ook hoogwaardige toepassingen mogelijk. Bijvoorbeeld, beton kan worden verwerkt tot nieuw beton via scheiding van bestanddelen, en baksteenpuin kan dienen als vulstof voor nieuwe producten.

Het sloopproces verloopt volgens gereguleerde stappen: aanbesteding, inventarisatie (bijvoorbeeld conform BRL SVMS-007), sloopplan en uitvoering. Daarbij worden materialen systematisch geïnventariseerd, met aandacht voor veiligheid, milieubelasting en potentiële opbrengsten. Sloopaannemers worden gestimuleerd om circulaire strategieën toe te passen, mede door aanbestedingscriteria die hergebruik bevorderen.

Binnen het kader van circulair slopen wordt onderscheid gemaakt tussen hergebruik van elementen (zoals vloeren en gevels), producten (zoals deuren en kozijnen) en materialen (zoals hout en beton). De strategieën volgen de zogeheten R-ladder, van hergebruik in oorspronkelijke vorm (re-use), via herstel (repair) en herfabricage (remanufacture), tot cascadering en materiaalrecycling.

De opschaling van demontage en hergebruik wordt echter bemoeilijkt door hogere kosten, onder meer door arbeidsintensiviteit en noodzakelijke kwaliteitsborging. Toch is de verwachting dat het aanbod van herbruikbare elementen zal toenemen, mede dankzij fysieke en digitale marktplaatsen voor secundaire materialen en toenemende focus op ‘design for disassembly’.



Tot slot biedt het concept Best Beschikbare Werkwijze (BBW) een dynamisch kader voor de best haalbare verwerkingsmethoden van bouw- en sloopafval, met het oog op continue innovatie en toepassing in de praktijk.

Inhoud van deze module

1 Demontage - Sloop 3
2 Materialen en grondstoffen uit sloop 4
3 Sloopproces 6
3.1 Aanbesteding 6
3.2 Inventarisatie 6
3.3 Sloopplan 7
3.4 Sloop 7
4 Circulair slopen 8
5 Demontage 9
6 Bronnenlijst 11
6.1 Materiaalstromen sloop 11
7 Afbeeldingen 12
8 Relatie met relevante kennismodules in deze Kennisbank Biobased Bouwen 12
9 Versiebeheer 17

1 Demontage - Sloop

Voor de productie van bouwmaterialen zijn veel verschillende soorten grondstoffen nodig, die vanuit verschillende bronnen gewonnen worden. De winning, vaak door middel van mijnbouw, zorgt voor milieu-impact: o.a. CO2-uitstoot, vervuiling en aantasting van ecosystemen. Om de winning van primaire grondstoffen te reduceren, waarmee de negatieve milieu-impact van de winning gereduceerd kan worden, is het van belang in toenemende mate secundaire grondstoffen te gebruiken.



Figuur 3.1.1.2. - 1 | Bauxietwinning in Ghana voor productie van aluminium

De secundaire grondstoffen kunnen vanuit verschillende industrieën hergebruikt worden voor de productie van bouwmaterialen. Voor het opzetten van een compacte technologische cyclus in de bouwsector is hergebruik van zoveel mogelijk grondstoffen uit de bouw noodzakelijk. Om te komen tot een volledig circulaire economie in 2050 moet (bouw)afval zoveel mogelijk hergebruikt worden, of een hoogwaardige recycling wanneer hergebruik niet mogelijk is.

Volgens het Transitieteam Circulaire Bouw Economie: *'De transitie van een lineaire naar een circulaire (bouw)economie is bedoeld om de milieudruk van het gebruik van grondstoffen en materialen te verlagen, de schaarste van grondstoffen tegen te gaan, de hoeveelheid primaire*

grondstoffen en afval in de bouw te verlagen, en het risico van leveringszekerheid te reduceren en sociaaleconomische waarde te behouden.'

TIP

Zie de volgende kennisblokjes:

- *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 …*

Het circulair inrichten van het sloopproces, gericht op maximaal hergebruik van de grondstoffen in de bestaande gebouwen, vraagt een andere manier van slopen, zogenaamd circulair slopen. Wanneer bouwelementen of -producten door zorgvuldige verwijdering op een hoogwaardig niveau hergebruikt kunnen worden, spreken we van demontage.

TIP

Zie de volgende kennisblokjes

- *6.1.1. Sloop vs Demontage*
- *6.1.2. Methoden sloop*
- *6.2.1. Waardemodel sloop*
- *6.2.2. Elementen - Producten - Materialen - Grondstoffen Bronnen*
- *6.3.1. Keten sloop-verwerking*
- *6.3.2. Afvalscheiding bron vs locatie verwerking*

2 Materialen en grondstoffen uit sloop

De bouw produceert een aantal belangrijke afval- of reststromen, die voor een groot deel gerecycled worden en weer in de bouw terechtkomen. De grootste afvalstromen en de meest gebruikte vormen van recycling zijn:

- **Beton**
  Beton wordt na sloop grotendeels verwerkt tot betongranulaat: gebroken kleinere brokken, ook fracties genoemd. Dit betongranulaat wordt veel gebruikt als wegfundering en kan worden bijgemengd in nieuw beton, deels ter vervanging van het grind.
  Het is ook mogelijk om beton hoogwaardiger te verwerken en er de zuivere bestanddelen zand, grind en niet-gehydrateerd cement uit te halen. Hiermee is nieuw beton te produceren. Dit nieuwe proces wordt nog maar beperkt toegepast.

- **Baksteen**
  Bakstenen kunnen bij sloop zorgvuldig verwijderd worden, waarna de mortel wordt verwijderd en de bakstenen opnieuw verwerkt kunnen worden in een gebouw. Baksteen wordt meestal na sloop afgevoerd als puin en bij een verwerkingsbedrijf gescheiden in verschillende stromen en gebroken tot verschillende fracties. Dit puin wordt grotendeels gebruikt in de wegenbouw.
  Een hoogwaardiger hergebruik is het fijner vermalen en zuiveren van het puin, waarna de overgebleven gebakken kleideeltjes (chamotte) gebruikt kunnen worden als vulstof in Bijvoorbeeld nieuwe bakstenen.

- **Staal**
  Staal uit de bouw wordt voor 95% gerecycled. Een deel in fabrieken die nieuw staal volledig maken van oud staal (schroot), een deel in fabrieken die staal maken van ijzererts. In deze fabrieken wordt ook ca. 30% schroot bijgemengd. De afvalstoffen uit deze industrie, met name gassen en slak, worden respectievelijk voor energieopwekking en o.a. cementproductie gebruikt.
  Stalen balken, met name warmgewalste balken (HE, IPE, etc.) worden voor ca 50% hergebruikt. Dit kan op elementniveau (een losse balk) of op gebouwniveau (als onderdeel van een hergebruikte constructie). Hiervoor zijn met name bewerkingen van de (las- of bout)verbindingen nodig, de balken zelf zijn over het algemeen niet afgenomen in kwaliteit.

- **Glas**
  Glas dat in de bouw wordt toegepast is zogenaamd vlakglas, wat een andere samenstelling heeft dan glas voor consumentenproducten en wordt dus ook gescheiden ingezameld en verwerkt. Het glas is in principe volledig recyclebaar.
  Na inzameling worden alle verschillende soorten vlakglas (o.a. transparant, met coating, met wapening, veiligheidsglas, spiegelglas) gesorteerd, waarna reiniging van metalen, puinresten, folies e.d. en het breken in kleinere fracties een schone grondstof oplevert voor nieuw glas.

- **Hout**
  Verschillende houtsoorten worden na sloop ingezameld en in verschillende stromen gescheiden: ongeverfd en onbehandeld hout (categorie 1), geverfd, gelakt of verlijmd hout (categorie 2) en verduurzaamd hout (categorie 3). Hout van categorie 1 en 2 kan worden verspaand in verschillende groottes ten behoeve van bijvoorbeeld spaanplaatproductie. Hiervoor worden verontreinigingen als metaal, plastics en puin verwijderd tijdens het verwerkingsproces.



Figuur 3.1.1.2 - 2 | Sloop van woning met eerste sortering puin en hout

3 Sloopproces

Een gebouw heeft op een gegeven moment zijn gebruikswaarde verloren en is niet meer herbruikbaar. Dit kan door functionele, ruimtelijke, technische en/of economische factoren ontstaan zijn. Vaak ook dient een verouderd gebouw plaats te maken voor nieuwbouw, wanneer veranderende eisen en wensen niet meer te realiseren zijn in het bestaande gebouw. Op het moment dat een gebouw zijn economische waarde verliest, vormt het een kostenpost voor de eigenaar, bijvoorbeeld voor vast lasten en onderhoud.

3.1 Aanbesteding

Wanneer een gebouweigenaar een gebouw wil laten slopen, wordt hiervoor een sloopaannemer geselecteerd, vaak via een (onderhandse) aanbesteding. Op basis van opgestelde criteria doet een sloopaannemer een aanbieding, inclusief een plan van aanpak. Steeds meer opdrachtgevers formuleren de aanbesteding met circulaire criteria, zoals hergebruik en hoogwaardige recycling, waarvoor de deelnemende partijen een duidelijke visie en aanpak moeten opstellen.

3.2 Inventarisatie

Bij de sloop wordt de sloopaannemer eigenaar van de vrijkomende bouwmaterialen en kan in de aanbieding opbrengsten incalculeren door het verhandelen van vrijkomende materialen, producten en elementen. Om dit goed te kunnen inschatten is een gedegen inventarisatie van aanwezige producten en materialen van belang.
De BRL SVMS-007 (Beoordelingsrichtlijn Stichting Veilig en Milieukundig Slopen) is een richtlijn ter beoordeling van verantwoord slopen, waaronder milieubewust slopen. In deze richtlijn

worden 18 materiaalstromen beschreven, waarvoor een stoffeninventarisatie gemaakt dient te worden, met daarin hoeveelheden en verwachte afzet.

1. Beton, Betonnen elementen/onderdelen
2. Metselwerk
3. Asfaltpuin, Asfaltpuin teerhoudend (TAG), asbest
4. Mengpuin
5. Kalkzandsteen
6. Gipshoudend materiaal
7. Gasbeton
8. A-hout
9. B- hout
10. C-Hout
11. Non-ferromagnetische metalen: Aluminium, Koper, Lood, Zink, Brons, Messing, Tin
12. Ferromagnetische metalen (IJzer, staal)
13. Glas
14. Vloerbedekking nylon (PA), zeil (PVC)
15. Isolatiemateriaal Steenwol, Glaswol, Polystyreen (PS), Polyurethaan (PUR)
16. Dakbedekking bitumineus
17. Dakbedekking teerhoudend
18. Gemengd bouw- en sloopafval

Deze inventarisatie geeft inzicht in de hoeveelheden, aard en mogelijke verontreiniging van de af te voeren materialen en in de arbeidsveiligheid en gevolgen voor de omgeving bij uitvoering van de sloop.

3.3 Sloopplan

Voordat er gesloopt mag worden, dient eerst een sloopvergunning of -melding te worden gedaan bij de gemeente. Hiervoor moet ook een sloopplan ingediend worden, waarin gedetailleerd staat beschreven op welke manier er gesloopt gaat worden, hoe er milieukundig verantwoord en veilig gewerkt gaat worden en hoe de verschillende materiaalstromen afgevoerd gaan worden.

3.4 Sloop

De uitvoering van de sloop gaat volgens het sloopplan. Gecertificeerde sloopaannemers werken met goedgekeurd materieel en deskundig personeel, zodat de slooplocatie veilig en ordelijk is voor personeel en omgeving en dat de vrijkomende materiaalstromen geen verontreiniging veroorzaken. Uiteindelijk levert de sloopaannemer de locatie schoon op, volgens de in het contract gestelde eisen. De sloopaannemer stelt ook een stoffenverantwoording op van de vrijgekomen materialen, producten en elementen.

4 Circulair slopen

Verreweg de meeste grondstoffen in de bouw worden al gerecycled en worden niet als afval gestort of verbrand. Toch hebben we het dan nog niet over circulair slopen. De brancheverenigingvan sloopbedrijven VERAS heeft circulair slopen als volgt geformuleerd:

> *'Circulair slopen is het zodanig slopen, ontmantelen, demonteren en remonteren dat de grondstoffen die vrijkomen in andere projecten weer hoogwaardig worden toegepast.'*



Figuur 3.1.1.2. - 3 | Circulair slopen van woningen, met mogelijkheid hergebruik balken en planken

Om te komen tot een zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van de grondstoffen, is het van belang om meerdere strategieën te stapelen, die qua volgorde de technologische cyclus en de R-ladder[1] volgen:

- een gebouw (of constructie) wordt als zodanig weer opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld door opknappen, renovatie of transformatie;

[1] *Zie kennisblokje 1.3.1. Model R-ladder*

- als dat niet mogelijk is, worden delen van de constructie, bouwelementen en anderszins gebruikt voor nieuwbouw ter plekke;
- als dat niet mogelijk is, worden bouwelementen en -producten gedemonteerd voor hergebruik elders;
- als dat niet mogelijk is, worden bouwelementen en -producten volgens het principe van cascadering in verschillende waardeketens gebruikt (bijvoorbeeld: een deur wordt verwerkt tot planken);
- materialen worden hoogwaardig gerecycled. Daarbij is het belangrijk dat volgende cycli van recycling mogelijk zijn. Dit stelt eisen aan de kwaliteit van materiaalstromen in de keten.

Het is goed om hierbij duidelijk onderscheid te maken tussen de termen (bouw)element, (bouw)product en (bouw)materiaal.

- elementen zijn onderdelen van een gebouw, bijvoorbeeld een gevel, een dakelement, een vloer. Deze zijn samengesteld uit producten;
- producten zijn onderdelen, bijvoorbeeld deuren, kozijnen en dakpannen, die uit één of meerdere materialen zijn opgebouwd;
- materialen zijn stoffen waar producten van zijn gemaakt, zoals hout, beton en gips. Een materiaal kan uit meerdere grondstoffen bestaan, zoals bijvoorbeeld beton uit zand, grind, cement en water bestaat.

Bouwelementen en producten kunnen volgens de R-ladder 1-op-1 worden hergebruikt (re-use), indien noodzakelijk met toenemende bewerkingen (re-pair, re-furbish, re-manufacture) en uiteindelijk als laagwaardiger product (re-purpose), bijvoorbeeld planken van een deur. Materialen kunnen niet worden hergebruikt, maar wel hoogwaardig worden gerecycled, zodat de grondstoffen opnieuw in de cyclus kunnen worden toegepast.

Om ervoor te zorgen dat recyclebare grondstoffen onnodig als afval worden gestort of verbrand, is in 2020 het concept Best Beschikbare Werkwijze (BBW) geïntroduceerd. Het BBW is een set van methoden voor hoogwaardige recycling van bouw- en sloopafval (BSA), de beste methoden in de markt om met acceptabele inzet (financieel, technisch) zo goed mogelijk te sorteren en scheiden. Deze set van methoden ontwikkelt mee met de innovaties, waardoor de lat steeds hoger gelegd kan worden en opdrachtgevers deze eis ook kunnen meenemen in een uitvraag.

5 Demontage

Hoogwaardig hergebruik van elementen (zo hoog mogelijk op de R-ladder) vraag een zorgvuldig sloopproces, ook wel demontage genoemd. Bij demontage wordt geprobeerd de herbruikbare elementen zo min mogelijk te beschadigen tijdens de sloop, inclusief de gebruikte montagemiddelen. In hoeverre dit mogelijk is, is van meerdere factoren afhankelijk:

- hoe is de montage oorspronkelijk ontworpen?
- hoe is de montage uitgevoerd?
- wat is de huidige staat van het element en van de bevestigingsmiddelen?
- welk gereedschap wordt gebruikt bij demontage?
- hoe goed is een gedemonteerd element te verwijderen uit het gebouw en op te slaan?



Figuu r3.1.1.2. - 4 | Door Cepezed demontabel ontworpen tijdelijke rechtbank Amsterdam, gedemonteerd opgeslagen

Zorgvuldige demontage biedt de kans op hoogwaardiger hergebruik en daarmee behoud van de economische waarde van het element. Tegelijkertijd vraagt demontage vaak een zorgvuldiger manier van werken, waardoor het meer tijd en dus geld kost. Ook het proces van kwaliteitstoetsing van het element en de mogelijk noodzakelijke bewerkingen om het element te laten voldoen aan de huidige eisen en wensen kosten geld. Hierdoor is de prijs van secundaire elementen meestal niet goedkoper dan een nieuw element, wat opschaling van secundair gebruik lastig maakt.

Producten die veel in fysieke materialenhubs of online marktplaatsen worden verkocht, zijn vooral houten producten (balken, platen, deuren, kozijnen), sanitair, ijzerwaren en isolatiemateriaal. Deze producten zijn relatief eenvoudig te demonteren met behoud van de kwaliteit. Bij toenemend circulair slopen en toenemend ontwerpen voor demontage zal het aanbod in hoeveelheid en diversiteit van secundaire elementen en producten de komende jaren sterk gaan stijgen. Waarmee de winning van primaire grondstoffen voor nieuwe materialen en producten gereduceerd kan worden.

6 Bronnenlijst

- https://circulairebouweconomie.nl/interview/circulair-slopen-is-een-omgekeerd-bouwproces/
  Eind 2018 is een Transitieteam Circulaire Bouw Economie (CBE) ingericht dat bestaat uit vertegenwoordigers van overheden en de bouw en GWW-sector. Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.allesovercirculairslopen.nl/
  Website met als doelstelling om circulair slopen en hoogwaardig hergebruik te stimuleren en te verankeren binnen de sector. Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.sloopcirculair.nl/
  Op SloopCirculair vind je de minimum eisen voor circulair slopen die binnen het netwerk van BouwCirculair met opdrachtgevers, sloopaannemers, sloopadviesbureaus, recyclebedrijven in de keten zijn afgestemd. Doel is te komen tot optimale hergebruik van producten en grondstoffen die vrijkomen bij het slopen van gebouwen. Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.cirkelstad.nl/programmas/beslisboom-hoogwaardig-hergebruik-bouwproducten
  De Beslisboom is een onderzoek naar het bepalen van de kwaliteit van tweedehands bouwproducten, met als uitkomst een praktisch hulpmiddel voor de kwaliteitstoetsing van hergebruik van bouwproducten voor alle betrokken partijen. Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.cirkelstad.nl/nieuws/circulaire-sloopaanbestedingen/
  Artikel van Hermen van de Minkelis van Sloopcheck over circulaire sloopaanbestedingen. Geraadpleegd op 04-04-2025.

6.1 Materiaalstromen sloop

- https://newhorizon.nl/actueel/hoogwaardig-hergebruik-beton/
  Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20100205-baksteen-uit-puinafval
  Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.bouwenmetstaal.nl/themas/duurzaam/recycling-en-hergebruik
  Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://www.vlakglasrecycling.nl/index.php
  Geraadpleegd op 04-04-2025.

- https://recyclingnederland.nl/soort/houtrecycling/ Geraadpleegd op 04-04-2025.

7 Afbeeldingen

- Figuur 1: https://www.rd.nl/artikel/954737-winning-van-bauxiet-bedreigt-uniek-oerbos-in-west-afrika
- Figuur 2: https://grondverzet.nu/sloopwerken/
- Figuur 4: https://www.borkgroep.nl/wp-content/uploads/2024/03/Hergebruik-houten-vloeren-scaled-1.jpg
- Figuur 3: https://www.cepezed.nl/nl/project/tijdelijke-rechtbank-amsterdam/152352/

8 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

9 Versiebeheer

Nr.	Datum	Auteur	Organisatie	Opm.	Status
01	01-04-2025	Mireille Langendijk	Hanze		Startdocument
02	04-04-2025	Pieter Omlo	Hanze		Aanvullingen
03	10-04-2025	Tanja Nolten	Hanze	Aanvullingen verwerkt	Aanvullingen
04					