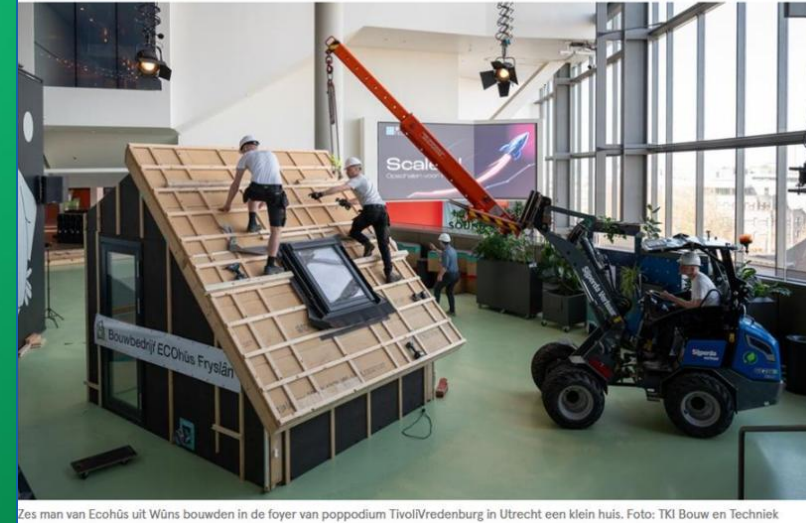




Friese bouwers zetten een huis midden in een Utrechts poppodium: 'It koe allegear krekt'



Losmaakbaar ontwerpen

- van ambitie naar maakbare praktijk -

Peter Kuindersma

p.kuindersma@ingeniebouwinnovatie.nl

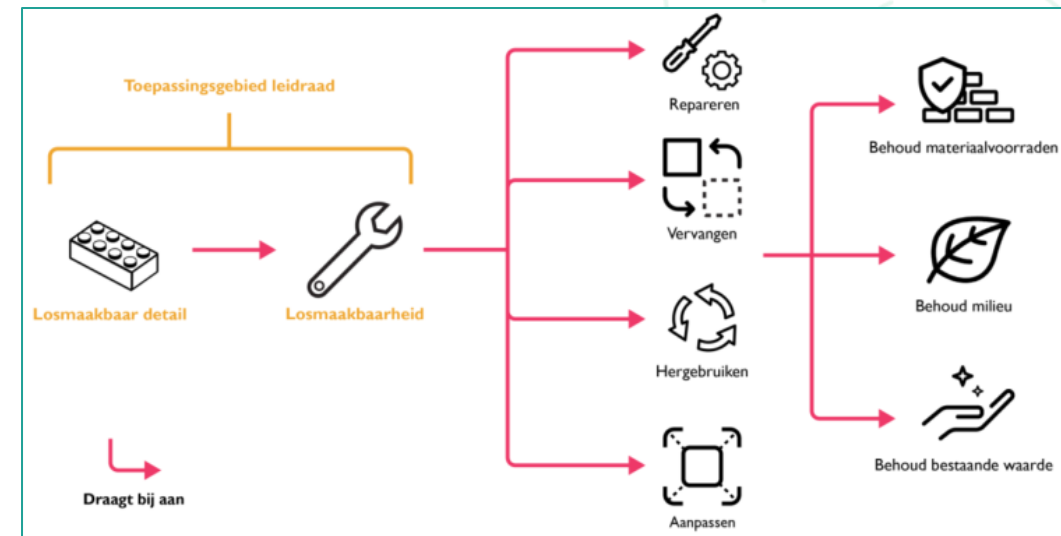


Losmaakbaarheid als middel

Losmaakbaarheid is geen doel op zich, maar een strategie om circulariteit te realiseren

Het kan worden ingezet voor meerdere doelen:

- hergebruik van bouwdelen, elementen, producten en materialen
- aanpasbaarheid / flexibiliteit
- onderhoud en vervanging
- (hoogwaardige) recycling
- verplaatsbaarheid / remontabel bouwen



Definities: 'spreken van dezelfde taal'

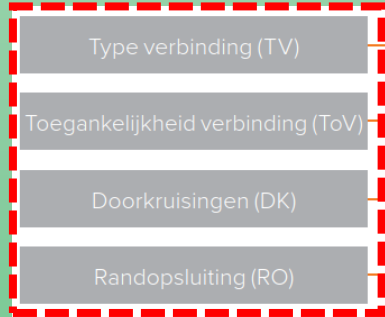
Losmaakbaarheid	De losmaakbaarheid van een bouwwerk is de mate waarin het betreffende object in volledige en originele staat demontabel is op een bepaald schaalniveau, <u>zonder afbreuk te doen aan de functie van het object, de verschillende onderdelen of aansluitende objecten, zodat de bestaande waarde van het object beschermd wordt en/of hoogwaardig hergebruik mogelijk is.</u>	Gebaseerd op DGBC 2021 en Witteveen+Bos 2023
Ontwerp voor demontage (design for disassembly)	Ontwerp voor demontage is gericht op het zodanig ontwerpen van een samengesteld bouwproduct of element dat <u>het niet-destructief</u> uit elkaar gehaald kan worden, bij voorkeur op een eenvoudige wijze.	Platform CB'23 2020
Remontabel	Een remontabel product is een product dat ontworpen is voor demontage en daarna weer hoogwaardig kan worden hergebruikt. Een remontabel product is eenvoudig uit elkaar te halen (zie 'demontage') en eenvoudig weer in elkaar te zetten.	-

Berekenen / bepalen



$$Llc_n = \frac{2}{\frac{1}{TV_n} + \frac{1}{ToV_n}}$$

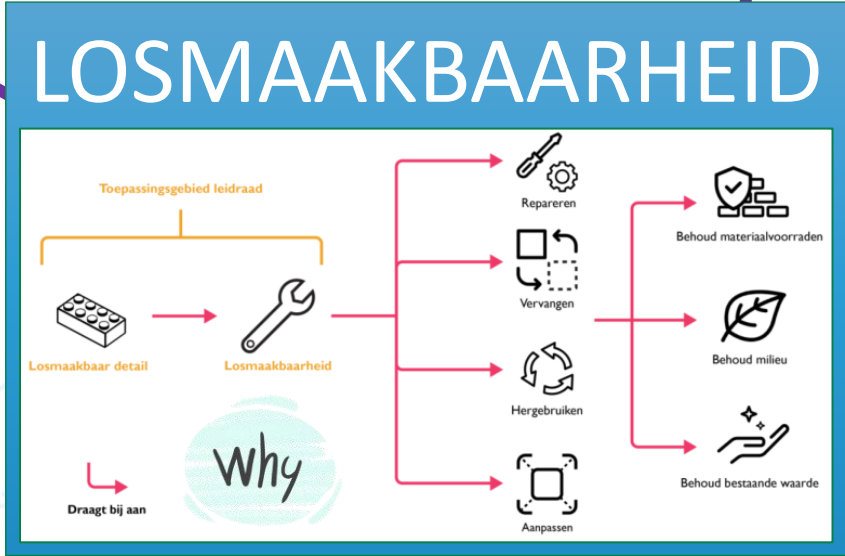
Publicatiedatum
Mei 2021



Figuur 6: Stappenplan beoordelen Losmaak

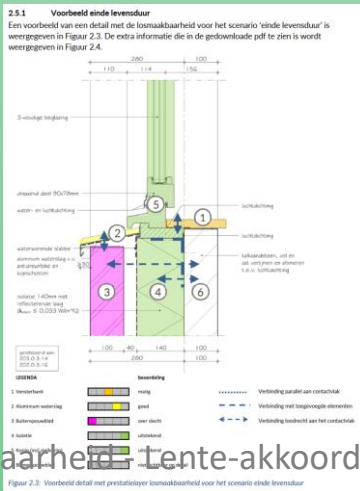
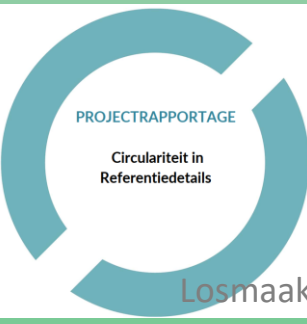


DETAILLEREN



Methodiek in (bestaende) details

Datum: 30 september 2021



Waarderen hergebruik in MPG

Toelichting op hergebruik en losmaakbaarheid in de Bepalingsmethode

Meer info: <https://www.ingenieurbouwinnovatie.nl/losmaakbaar-detailleren/>

BILLY DISASSEMBLY INSTRUCTIONS

IKEA has created a number of Disassembly Instructions to help customers extend the lifecycle of their furniture. This easy-to-use guide will help customers take apart one of their favourite IKEA furniture items, BILLY, so it can be re-built in its new home.

- Remove books and other decorative items.
- Remove shelves, shelf support pins and wall brackets.
- Place bookshelf on floor, remove pins on back board and slide backing off.
- Place on side and remove screws.
- Remove shelves and remove screws.
- Here are all the parts you should have for your disassembled BILLY.

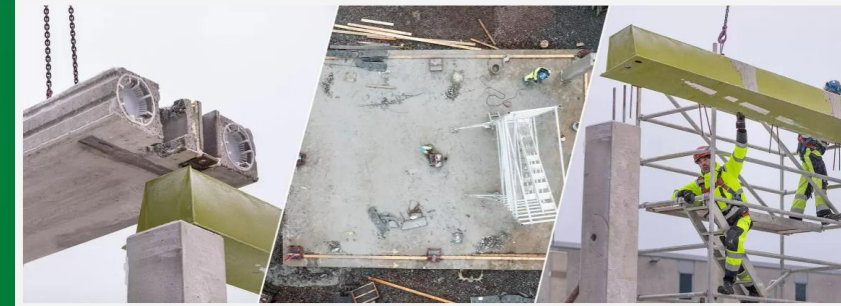
Note: If any screws or bolts are missing when you come to rebuild your bookshelf (or any other item), you can pick up free replacements from our Spare Parts Library. Simply visit Customer Returns once stores reopen.



Losmaakbaarheid - concretiseren

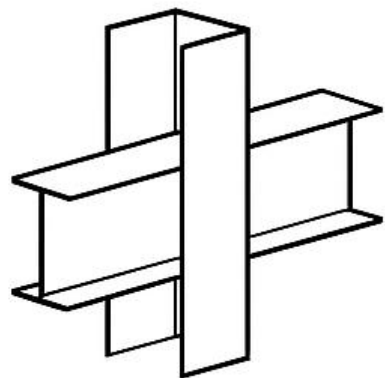


Pilot project proves that the dismantling and reuse of concrete elements is realistic and economical

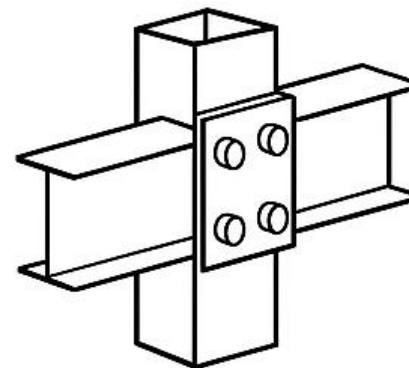


Vergelijk de details

Gelaste verbinding



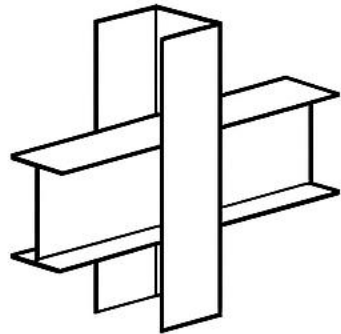
Geboute verbinding



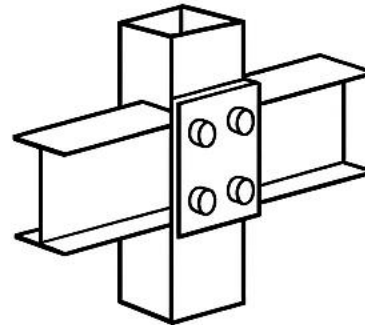
= meer staal



Gelaste verbinding

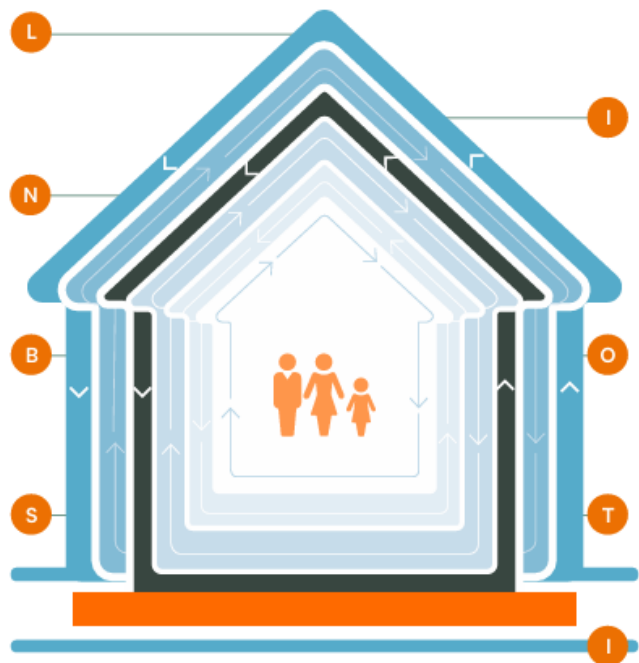


Geboute verbinding



Niveau losmaakbaarheid en Layers S. Brand

Bron: CB'23, Leidraad Toekomstig hergebruik faciliteren, juni 2023 ⁵



- S** Streetfurniture
 - B** Buildings
 - N** Natural elements
 - L** Landmarks
 - S** Service Infrastructure
 - O** Open (public) spce
 - T** Transportation links
-
- Orange** Social (15 yrs - eternal)
 - White** Stuff (05 - 15 yrs)
 - Light Blue** Space plan (05 - 30 yrs)
 - Medium Blue** Services (05 - 30 yrs)
 - Dark Blue** Skin (30 - 60 yrs)
 - Black** Structure (60 - 200 yrs)
 - Orange** Site (eternal)
 - Blue** Surroundings



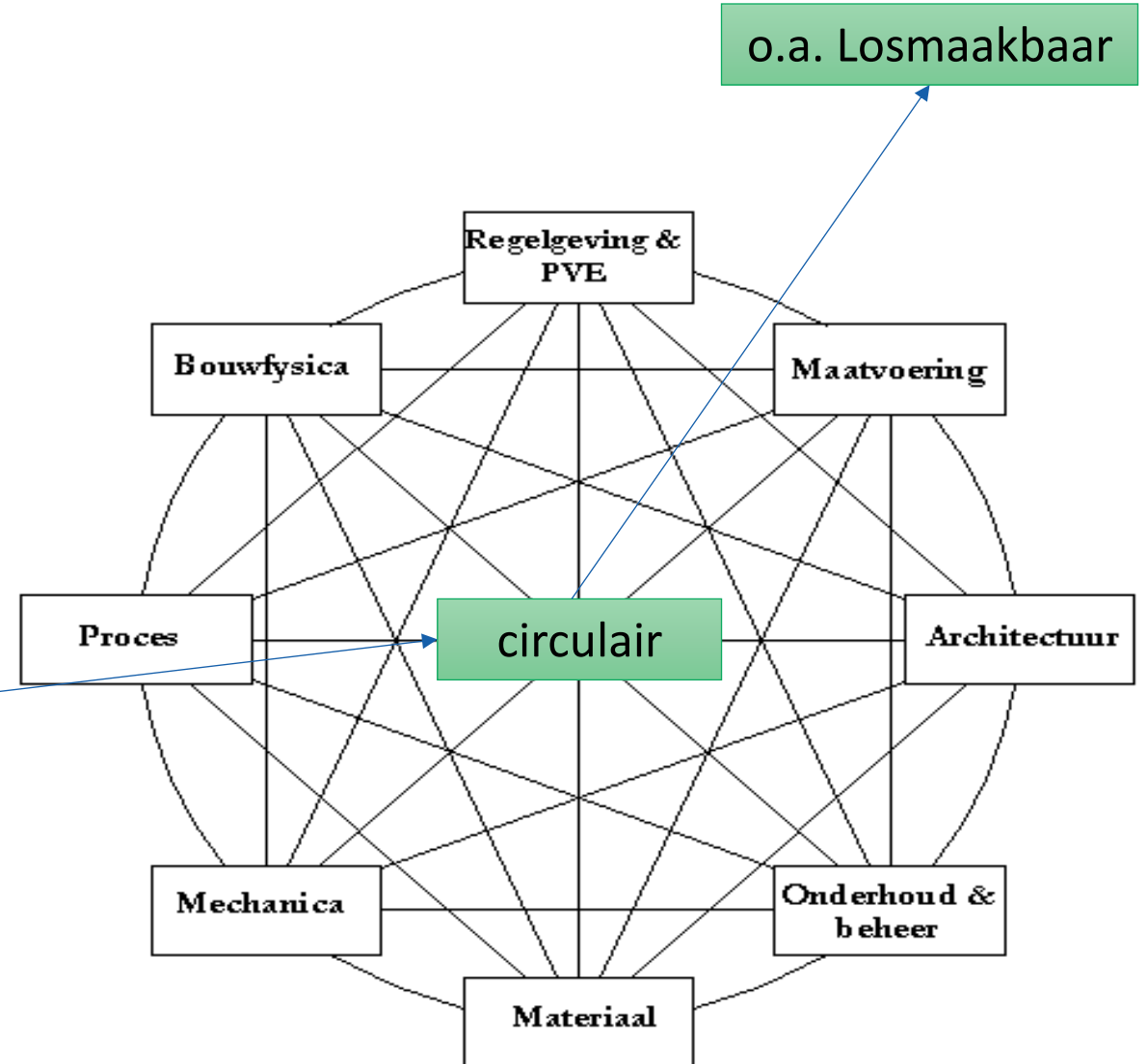
Site	Ondergrond, fundering	Onbeperkt
Structure	Constructie, vloeren, dragende wanden	60 tot 200 jaar
Skin	Bekleding van gevels, inclusief ramen en deuren, dakbedekking	30 tot 60 jaar
Services	Installaties, leidingwerk	5 tot 30 jaar
Space plan	Indeling, niet-dragende tussenwanden, sanitair, keuken	5 tot 30 jaar
Stuff	Inrichting	5 tot 15 jaar

Losmaakbaarheid van grondstof tot gebouw

Niveau	Voorbeeld
Gebied	Losmaakbaarheid niet van toepassing (m.u.v. inrichting)
Complex	Losmaakbaarheid niet van toepassing
Gebouw	Woonmodules, flexwoningen
Element	Bijvoorbeeld een gevel-, dak- of vloercomponent
Product	Bijvoorbeeld kozijn, raam, deur, rooster, spouwmuurisolatie
Materiaal	Bijvoorbeeld isolatieplaat, houten regelwerk
Grondstof	Hout, staal, isolatievezel, grind, zand

Uitgangspunten, eisen, voorwaarden

- Ambities, randvoorwaarden, eisen, regelgeving
- Proces, architectuur
- Constructief / mechanica, bouwfysica
- Maatvoering, bouwtechniek, maakbaarheid
- Grondstof, materiaal
- Onderhoud, reparatie, vervanging
- Losmaakbaarheid, remontabel
- Impact, CO2, emissies, mki
- ...



Voorbeeldetails

De leidraden zijn dynamisch



15 voorbeeldetails
(12 bouw en 3 GWW)



Deel 1: Theorie
Deel 2: 11 nieuwe voorbeeldetails
Deel 3: Details uit CB'23 (12 stuks)



Nieuwe versie met 45 bouwdetails
geanalyseerd op losmaakbaarheid



Uit de Leidraad van CB'23

BU.01	Betonnen binnenspouwblad met kozijn	Trebbe
BU.02	Houten kozijn	WEBO
BU.03	Dekvloer begane grond	ISSO
BU.04	Woningsscheidende wand/gevel	ISSO
BU.05	Kunststof kozijn	Exxosystem
BU.06	Houten kozijn (KAPLA)	
BU.07	Draagconstructie staal, kanaalplaatvloeren	
BU.08	Draagconstructie staal	
BU.09	Vloer begane grond Cir	
BU.10	Gelamineerde houten k	
BU.11	Gevelpaneel	
BU.12	Houten consoles	

Aanvullend op de Leidraad van CB'23

L.01	Kanaalplaatvloer in combinatie met steenachtige dragende wanden/CLT	Consolis/VBI
L.02	Hout skeletbouw/houten binnenspouwbladen	Machiels Building Solutions
L.03	Steenstrips op een HSB-element	Fassat
L.04	Houten draagstructuur van wanden, balken (Glulam), vloeren (CLT)	Rothoblaas
L.05	Stalen vliesgevel	
L.06	Prefab betonnen wandaansluitingen	
L.07	Geventileerd keramisch gevelsysteem op H	
L.08	Prefab betonnen binnenwand in aansluiting gevel	
L.09	Integraalvloer in combinatie met steenachtige wanden	
L.10	Integraalvloer en installaties	
L.11	Draagstructuur betonnen kern - houten (G	

22 nieuwe losmaakbare details

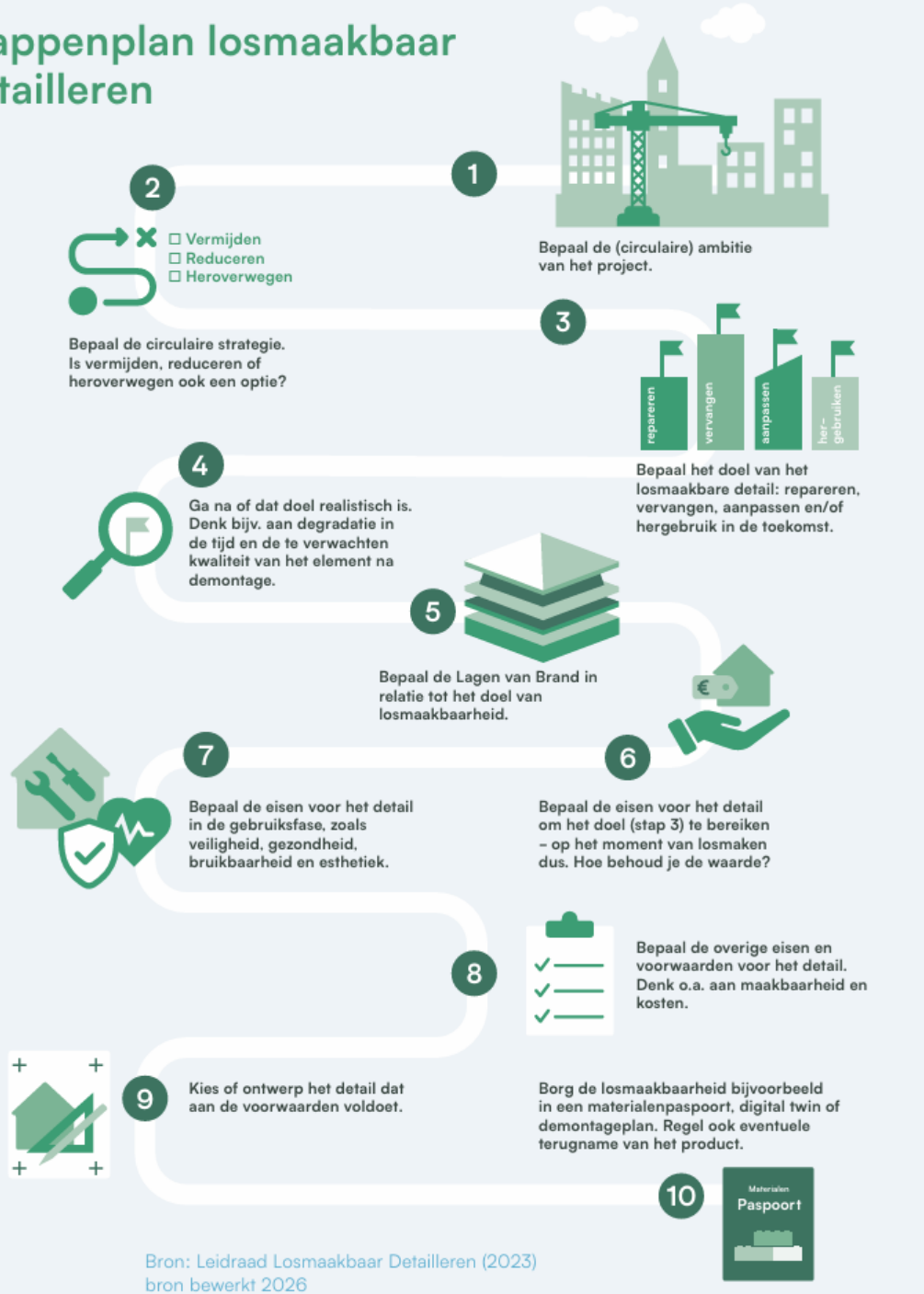
Omschrijving detail	Leverancier / fabrikant
01 Prefab modulair (3d) betoncasco	Circle (CascoTotaal)
02 Dakvoetisolatie hellende (prefab) daken	Alert isolatie
03 Betonnen gevelsteen	Fassat / MBI
04 Houten binnenspouwblad in betonnen casco	WEBO
05 Binnenwandsysteem	JUUNOO
06 Verhoogde (computer)vloer	Maasdam (en Knauf)
07 Schiet-schroefnagels, mechanische bevestigingsmiddelen met een schroefvormig profiel	Paslode
08 Modulaire, remontabele badkamers	S-pod
09 Kanaalplaatvloer, aansluitend op hoedligger	Consolis VBI / PEIKKO
10 Prefab modulair betoncasco, voor milieustraten (afvalbrengstations)	Modulo
11 Plat dak met EPS-isolatie en tweelaags bitumen dakbedekkingssysteem	Derbigum / Isobouw
12 Prefab modulair verankeringsystemen: kolom- en wandschoen	Hakron
13 Prefab verbinding voor wanden, vloeren, kolommen en liggers uit massief hout	Rothoblaas
14 Prefab modulaire staalconstructie: kolommen, liggers en verbindingen	Van Ee Staalpecialisten
15 Houten kozijnaansluiting op stelkozijn en bouwkundig kader	VAKO kozijnstechnik
16 Geventileerde (biocomposiet) gevelbekleding	Fiberplast Group (RIWOOD)
17 Gietvloer	UZIN UTZ Group (Arturo)
18 Prefab HSB Toilet-Element met installaties	Trebbe
19 Stalen schroeffundering	Weenk Schroeffunderingen (WSF)
20 Ventilatiekanaal, modulaire bouw	Dyka
21 Funderingsblokken op basis van een PVC-recycalaat	GREEN Recycling Company (GRC)
22 Koudgeformde staalprofielen in modulair grid	Plexyz Global Innovations

#hoedan

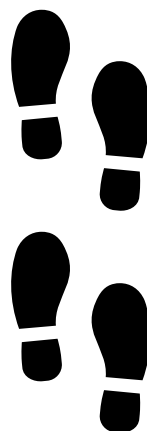


INGENII
BOUWINNOVATIE

Stappenplan losmaakbaar detailleren



Bron: Leidraad Losmaakbaar Detailleren (2023)
bron bewerkt 2026



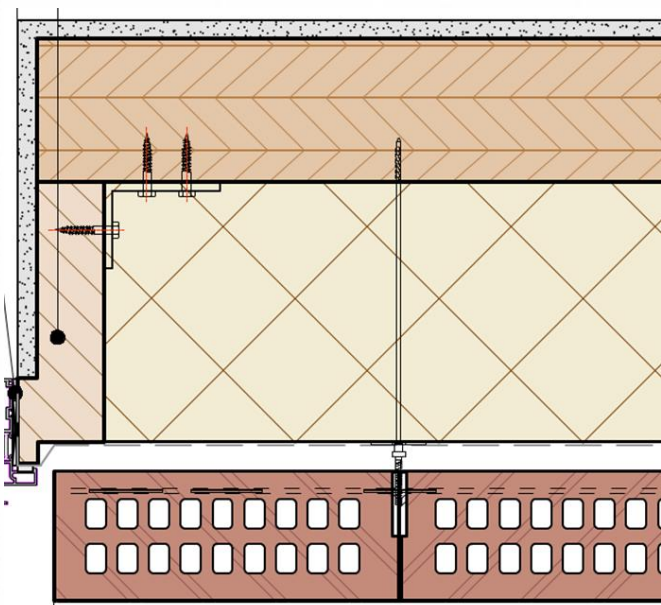
Zie ook kennisbank **INGENII**:
<https://www.ingeniibouwinnovatie.nl/losmaakbaar-detailleren/>

<https://www.ingeniibouwinnovatie.nl/kennisbank/derde-editie-catalogus-losmaakbaar-remontabel-detailleren/>

ANALYSE LOSMAAKBAAR DETAIL



DETAILTEKENING



FOTO



1 BASIS



Element / product: _____

Functie in het gebouw: _____

Laag (Layers of Brand):

- Dragende laag
- Inbouwlaag
- Afbouwlaag

Levensduur (indicatie):

- < 10 jaar
- 10 – 30 jaar
- 30 – 60 jaar
- > 60 jaar



2 DOEL (WAAROM LOSMAAKBAAR?)



Hergebruik



Onderhoud /
vervanging



Flexibiliteit



Remontabel



Recycling



3 ANALYSE DETAIL

Type verbinding (TV) –
volgens DGBC ALBA

- Droge verbinding
- Verbinding met toegevoegde elementen*
- Directe integrale verbinding
- Zachte chemische verbinding
- Harde chemische verbinding

Toegankelijkheid (ToV) –
volgens DGBC ALBA

- Vrij toegankelijk
zonder extra handelingen
- Toegankelijk met extra
handelingen (beperkte/
herstelbare schade)
- Niet toegankelijk –
onherstelbare schade

Doorkruisingen (DK) –
volgens DGBC ALBA

- Geen doorkruisingen
(modulaire zonering)
- Incidentele doorkruisingen
van producten of
elementen
- Volledige integratie van
producten of elementen

Randopsluiting (RO) –
volgens DGBC ALBA

- Open, geen belemmering
voor het (tussentijds)
uitnemen van producten
of elementen
- Overlapping, gedeeltelijke
belemmering voor het
(tussentijds) uitnemen van
producten of elementen
- Gesloten, volledige
belemmering voor het
(tussentijds) uitnemen van
producten of elementen



4 BEOORDELING

Sterke punten (goed):

-
-
-
-

Zwakke punten / knelpunten:

-
-
-
-

Scheurvorming



5 LESSONS LEARNED...

Wat zou je aanpassen of verbeteren in dit detail?



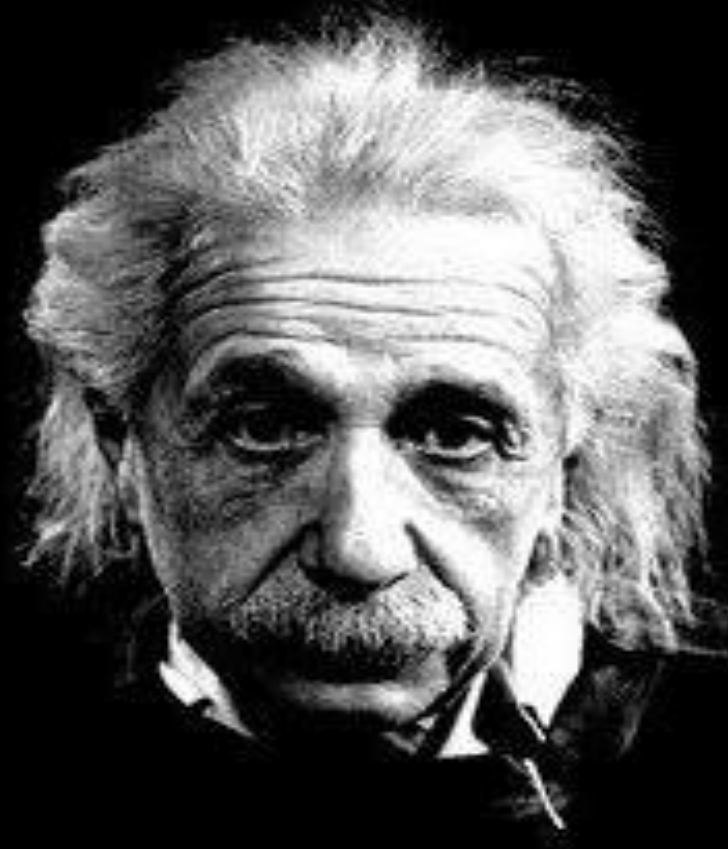
TIP: Denk aan schadevrij demonteren, toekomstig hergebruik en behoud van waarde.

Bron: Ingenii Bouwinnovatie, 2026: Beoordelingskader losmaakbaarheid details





“WE CANNOT
SOLVE OUR
PROBLEMS
WITH THE SAME
THINKING WE
USED WHEN WE
CREATED THEM”



Tot slot



INGENII
BOUWINNOVATIE

Uitdagingen losmaakbaarheid

- Ver in toekomst kijken; wat als, dan dat ..
- Initiële kosten in verhouding tot kosten totaal (TCO) – let op restwaarde!
- Niet alleen demontabel maar ook remontabel
- Nieuw 'design' – design for re-use
- Gebrek aan standaardisatie (product, detail, maatvoering, proces, ..)
- Gebouw-, product, materiaalpaspoort (DPP)
- Extra materialisering knooppunten = milieu-impact
- Waardering milieu?



Samenvatting

- Losmaakbaarheid – als middel geen doel....
- Wat is de ‘terugweg’:
 - recycle
 - re-pair / re-furbish
 - re-use / design for disassembly
 - flexibility / adaptability
- Dit vergt materiaalkennis, kennis van milieu (-belasting), LCA, bouwfysica, regelgeving, maakbaarheid,
- Nog aardig wat uitdagingen

Een detail is geen kleinigheid!



Details bepalen de kwaliteit

Vaak 'lekt' het al op papier

In 't Hart van de Bouw

Luchtdichtheid en losmaakbare details

13 januari 2022

Een onderzoek naar circulaire verbindingen en dichtingstechnieken

Door de toenemende aandacht voor energiezuinigheid is er de afgelopen jaren in Nederland steeds luchtdichter gebouwd. Een goede ontwikkeling! Helaas worden goede prestaties veelal bereikt door het toepassen van producten gebaseerd op chemische samenstellingen zoals: PUR, kit, tapes / plakbanden en pasta-achtige / spuitbare dichtingen. Dergelijke dichtingen zijn 'blijvend' en daarmee in basis niet losmaakbaar, terwijl juist op deze posities losmaakbaarheid gewenst is.



Ontwikkelingen

Nationaal:

- **Richtlijn losmaakbaar / remontabel ontwerp** – Lente Akkoord 2.0 (start juni '26)
 - **Wie levert input?**
- **NTA 8233 Circulaire gevels** – kozijnen, ramen, deuren en vliesgevels (verwacht juni '26)

Europa:

- **Ontwikkelingen CPR i.r.t. DPP** en design for disassembly

Dank voor jullie aandacht



Peter Kuindersma

p.kuindersma@ingeniibouwinnovatie.nl

<https://www.ingeniibouwinnovatie.nl/>

