

Slooplessen voor ontwerpers

Wat kunnen fabricanten en architecten leren van slopers als het gaat om herbruikbaar ontwerpen in de bouw?

Datum:
18/12/2023

Geschreven door

Hermen van de Minkelis
hermen@sloopcheck.nl
www.sloopcheck.nl

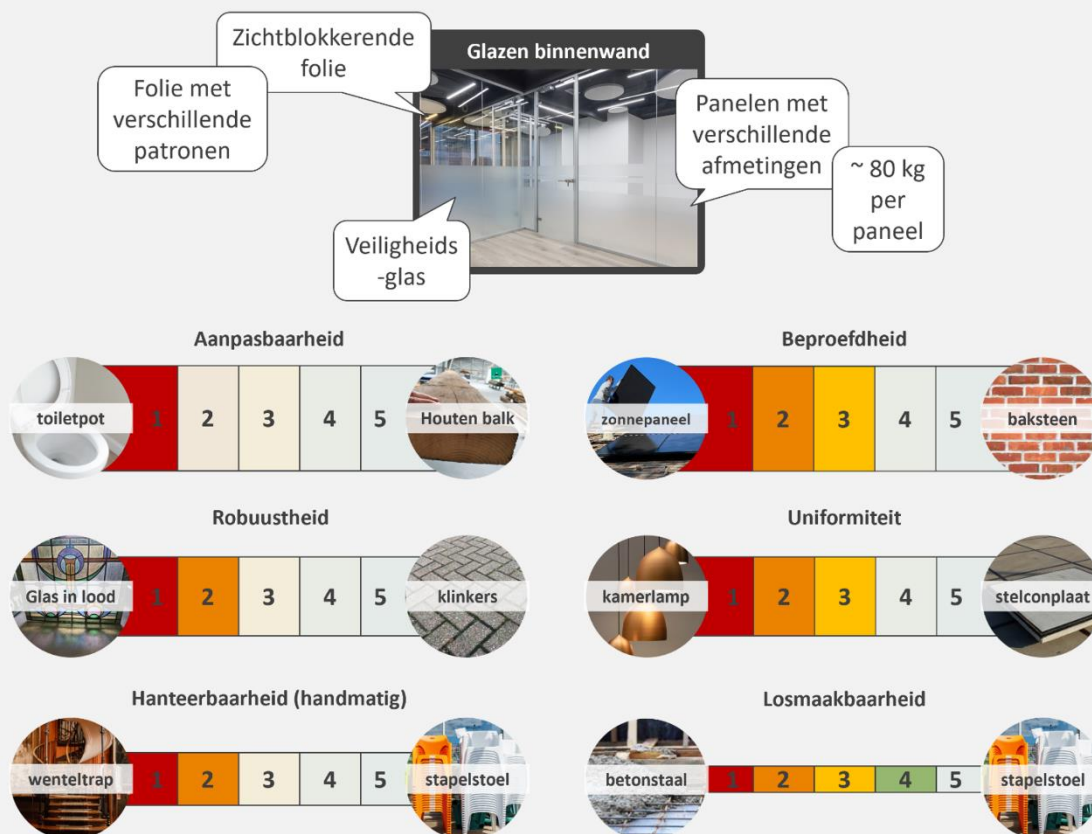
Mede
mogelijk
gemaakt
door:

**stimulerings
fonds
creatieve
industrie**

Samenvatting

De bouwproducten die in praktijk worden hergebruikt, zijn producten die voor een sloper economischer zijn om te demonteren en te verkopen dan om te slopen en weg te gooien. Veel factoren hebben invloed op deze economische afweging: de eisen van de opdrachtgever, het bestaan van een afzetmarkt, de vaardigheden van de sloper maar vooral ook eigenschappen van het product en het gebouw. Die laatste twee liggen in de hand van ontwerpers. Om herbruikbaar te ontwerpen, moet je jezelf dus constant afvragen: Hoe beïnvloeden mijn keuzes de kosten van het hergebruikproces ten opzichte van de kosten van “reguliere sloop”? Daarvoor moet je goed weten hoe slopers te werk gaan. Het beste kun je daarvoor een sloper betrekken in het ontwerpteam. Dit rapport biedt een framework voor ontwerpers zonder sloper in hun team.

Op basis van gesprekken met tientallen slopers zijn 18 producteigenschappen en 12 ontwerp-eigenschappen gedefinieerd die de kosten van hergebruik beïnvloeden. De invloed van de verschillende eigenschappen verschilt per productgroep. Elke productgroep heeft dus een aparte checklist met eigenschappen om op te letten. Hieronder staat de checklist voor glazen binnenwanden, ingevuld voor de wand op de afbeelding.



Aanpasbaarheid is de belangrijkste eigenschap voor hergebruik van het product op de foto: Die eigenschap heeft veel invloed en het product scoort heel slecht. Een logische verbetering voor de herbruikbaarheid zou zijn om gelaagd glas toe te passen, dat je makkelijk op maat kunt snijden. In het rapport lees je hoe dit hulpmiddel voor ontwerpers precies tot stand komt en vind je nog veel meer uitgebreide voorbeelden.

Inhoudsopgave

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Voorwoord | 3 |
| 2 | Inleiding over circulariteit | 4 |
| 3 | Wat ik heb gedaan..... | 6 |
| 4 | Framework voor herbruikbaarheid | 9 |
| 4.1 | Het sloper's proces..... | 9 |
| 4.2 | Hergebruikfactoren | 13 |
| 4.3 | Herbruikbaarheidsscore | 15 |
| 4.4 | Toepassing van het framework | 16 |
| 5 | Hergebruikfactoren aan het einde van de levensduur | 17 |
| 5.1 | De invloed van projectmanagement op hergebruik | 17 |
| 5.2 | De uitvoerder | 19 |
| 5.3 | Afzetmarkten..... | 22 |
| 6 | Factoren aan de voorkant | 24 |
| 6.1 | Hoe slopers naar producten in een gebouw kijken..... | 24 |
| 6.2 | Productfactoren | 25 |
| 6.3 | Ontwerpfactoren..... | 27 |
| 6.4 | Methode (voorbeeld = binnenwanden) | 27 |
| 6.5 | Productgroepen..... | 35 |
| 7 | Herbruikbaarheid van gevels..... | 36 |
| 7.1 | Gevelopeningen | 36 |
| 7.2 | Gevelelementen | 39 |
| 8 | Herbruikbaarheid van constructies..... | 46 |
| 8.1 | Dragende wanden en vloeren | 46 |
| 8.2 | Hoofddraagconstructies | 49 |
| 9 | Herbruikbaarheid van losse items..... | 52 |
| 9.1 | Keukens | 52 |
| 9.2 | Systeemplafondplaten | 54 |
| 9.3 | Kwartdraaitrap (binnen huis) | 56 |
| 9.4 | Verlichting | 58 |
| 10 | Bronnen..... | 60 |

1 Voorwoord

Eerst even voorstellen: ik ben Hermen van de Minkelis, oprichter van Sloopcheck. Sinds 2018 ben ik full-time bezig met circulariteit in de bouw. Eerst tijdens mijn afstudeeronderzoek voor de master Civil Engineering aan de TU Delft. Vervolgens als ondernemer na het oprichten van Sloopcheck in de zomer van 2020. Gedurende deze tijd heb ik uiteenlopende problemen rondom circulariteit opgelost voor opdrachtgevers in de bouw. Ook heb ik met tientallen partijen samengewerkt en honderden gesprekken gevoerd met experts op het gebied van circulair bouwen, waaronder veel slopers.

Een uitdaging waar ik veel over na heb gedacht is de manier waarop bouwproducten en gebouwen ontwerpen moeten worden om de kans op hergebruik te vergroten als ze later gesloopt worden. Heel veel producten worden bij sloop namelijk weggegooid omdat ze ongeschikt zijn voor hergebruik: iets wat met een slim ontwerp voorkomen kan worden. Mijn overtuiging is dat ontwerpers voor het maken van een herbruikbaar ontwerp goed moeten luisteren naar de ervaringen slopers. Graag help ik mee om de lessen van slopers beschikbaar te maken voor fabrikanten van bouwproducten en architecten. Dat is waar dit document om draait.

Ik wil het Stimuleringsfonds bedanken voor de mogelijkheid om de zoektocht naar circulaire ontwerp oplossingen uit te voeren tijdens de afgelopen 2 jaar. Het onderzoek “Slooplessen voor ontwerpers” heeft me het mandaat gegeven om me naast andere projecten te blijven verdiepen in het onderwerp en om kennis te delen met partijen in de bouw via mijn blog. Dit document is een bundel van alle inzichten uit deze periode. Ook wil ik Cirkelstad bedanken voor de mogelijkheid om mijn ‘Slooplessen’ te delen via hun nieuwsbrief (Stadsblad) en op hun website!

In het document vind je meer tekst dan je wellicht gewend bent van de blogs. Met het gebruik van omschrijvende titels en veel plaatjes hoop ik toch dat het mogelijk is om in vogelvlucht de belangrijkste punten eruit te pikken. De gepresenteerde handvatten zijn met name bedoeld voor architecten en ontwikkelaars van bouwproducten maar zeker ook voor aannemers, opdrachtgevers, beleidsmakers en alle anderen die de transitie naar een circulaire bouweconomie willen versnellen. Hopelijk leest u hier interessante handvatten voor uw eigen werk. Voor vragen kunt u altijd contact opnemen via hermen@sloopcheck.nl

Het onderzoek “slooplessen voor ontwerpers” is uitgevoerd door Sloopcheck.

Financieel gezien is het onderzoek mogelijk gemaakt door het Stimuleringsfonds

Cirkelstad heeft een grote bijdrage geleverd aan het verspreiden van de inzichten uit het onderzoek



**stimulerings
fonds
creatieve
industrie**



Hoofdstuk 2: Inleiding over circulariteit

Samengevat:

Vroeger was hergebruik van bouwmaterialen heel normaal. Toen waren bouwmaterialen duur en was arbeid relatief goedkoop. Toen kwam de industrialisatie van de bouw (na de tweede wereld oorlog) waardoor projecten groter werden, productketens complexer werden en er een overvloed aan materialen ontstond. Hierdoor is de bouw minder circulair geworden.

De lineaire economie heeft als nadeel dat er meer uitputting van grondstoffen plaatsvindt, er meer CO₂ wordt uitgestoten en er meer afval moet worden verwerkt. Gelukkig wordt men hiervan steeds bewuster en ontstaat er opnieuw een transitie naar een circulaire economie.

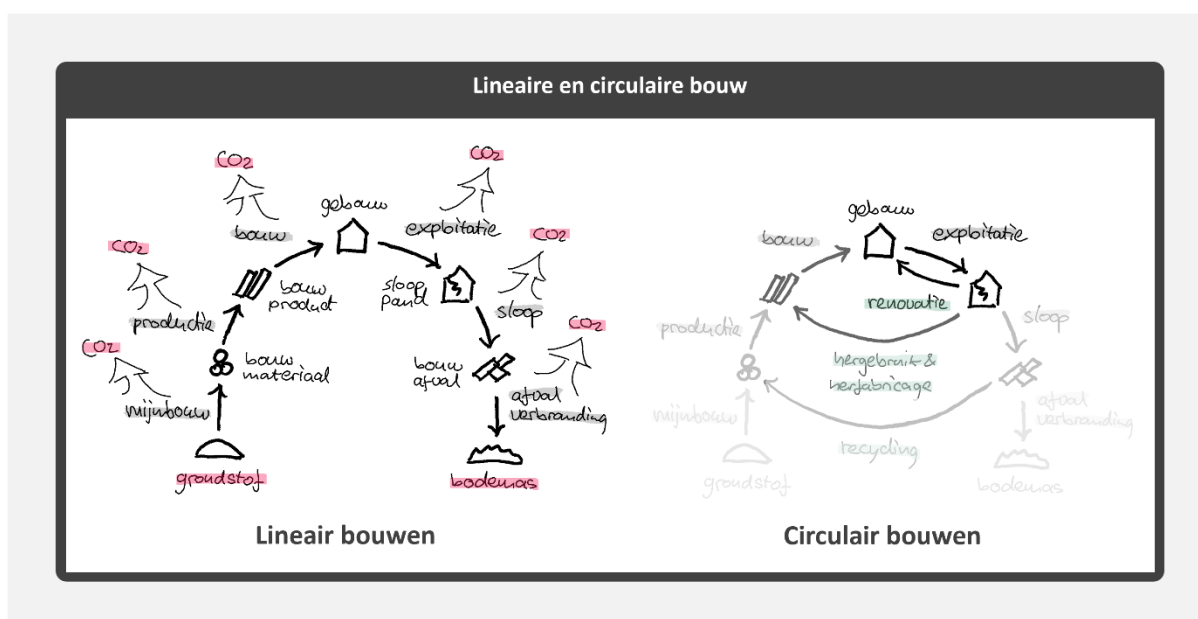
Voor die transitie is het belangrijk dat we beter worden in het hergebruiken van vrijkomende reststromen. Echter is het ook belangrijk dat we nieuwe producten zo ontwerpen dat ze later makkelijk kunnen worden hergebruikt.

2 Inleiding over circulariteit

Allereerst: wat is de circulaire bouweconomie en waarom zouden we ons daarvoor inspannen? Dat kan het best worden uitgelegd door een vergelijking met 'lineair bouwen': De werkwijze waar de bouwindustrie de afgelopen decennia aan gewend is geraakt – zie het linker plaatje in afbeelding 1.

Bij lineair bouwen worden grondstoffen gedolven uit het ecosysteem en verwerkt tot bouwmaterialen. Daar worden bouwproducten van gemaakt die worden toegepast in gebouwen. Op dat moment heeft het de meeste waarde. Deze waarde neemt af als het gebouw zijn functie verliest, en er op den duur voor sloop-nieuwbouw wordt gekozen. Producten die ooit zijn toegepast, worden dan bouwafval dat bijvoorbeeld wordt verbrand. Na verbranding blijft er bodemas over. Bij dit systeem wordt alle gecreëerde waarde na één levenscyclus vernietigd. Daarbij wordt het ecosysteem belast door mijnbouw en afval, raken grondstofbronnen uitgeput en wordt bij elke stap in de keten veel energie gebruikt. Zolang deze energie uit fossiele brandstof komt, gaat dit gepaard met CO₂-uitstoot: Maar liefst [39% van alle uitstoot](#) komt momenteel door de bebouwde omgeving.

Bij circulair bouwen, wordt zoveel mogelijk waarde teruggewonnen uit gebruikte gebouwen en teruggebracht in nieuw vastgoed. Waar mogelijk, wordt gerenoveerd. Geschikte producten worden hergebruikt (of geherfabriceerd tot nieuw product) en het overige materiaal wordt zoveel mogelijk gerecycled. Op die manier zijn er minder grondstoffen nodig, komt er minder afval vrij en wordt er minder CO₂ uitgestoten bij processen aan de voor- en achterkant van de keten.

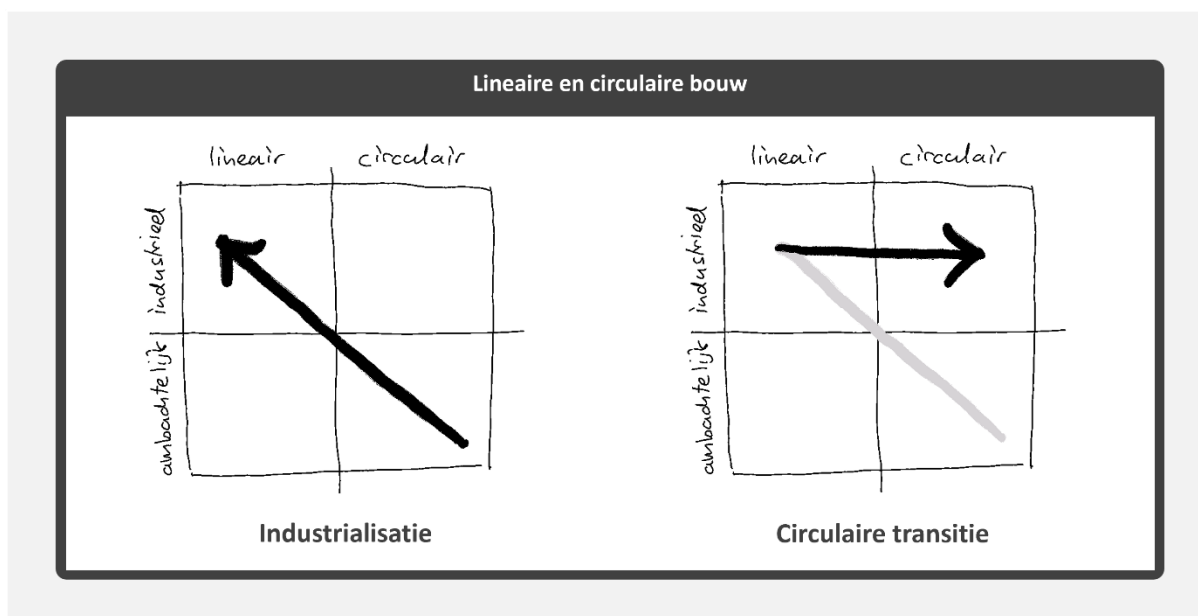


afbeelding 1

er is discussie over de definitie van een 100% circulair systeem. Zolang de gebouwenvoorraad groeit, is het niet mogelijk om 100% van de toegepaste producten te maken van gebruikt materiaal. In principe is het wel mogelijk om 100% van het gebruikte materiaal een herbestemming te geven. Veel producten krijgen nu al een herbestemming. De vraag is vooral hoe hoogwaardig die herbestemming

moet zijn om het circulair te mogen noemen. Een kanaalplaat die bijvoorbeeld wordt vermalen tot opvulmateriaal in de wegenbouw is natuurlijk totaal niet te vergelijken met een kanaalplaat die wordt gedemonteerd om opnieuw als vloer te gebruiken. De tweede toepassing voorkomt een zeer CO₂-intensief product en vertegenwoordigt een waarde van zo'n €100,- per m² terwijl de eerste toepassing bijna geen CO₂ uitspaart en misschien 1% van de originele waarde behoudt. Als we 100% circulair definiëren als een systeem waarbij 100% van de producten 100% van hun waarde behouden na een levenscyclus, hebben we nog een hele lange weg te gaan in de bouw!

Interessant genoeg werd er vroeger (grofweg tot de jaren 60) meer circulair gebouwd dan nu. Ooit was het heel normaal om bakstenen, die nu meestal worden vermalen, schoon te bikken en opnieuw als baksteen te gebruiken. Nieuwe technologieën hebben bouwers, en ook slopers, in staat gesteld om steeds sneller en grootschaliger te bouwen – met name na de tweede wereldoorlog. Deze industrialisatie is gepaard gegaan met een afname van circulariteit. Zie afbeelding 2, links. Momenteel ontstaat er een beweging richting een industrieële én circulaire bouw, rechts.



Deze circulaire transitie wordt gedreven door bewustwording over milieu-impact van de bouw en wordt mede mogelijk gemaakt door technologische vooruitgang zoals digitalisering: denk aan platformen zoals marktplaats.nl, vinted.nl en ontwikkelingen in de bouw zoals materiaalpaspoorten, matchingtools en logistieke apps. Daardoor ontstaan circulaire verdienmodellen die eerst niet mogelijk waren. Toch zijn er nog veel producten die alsnog moeilijk herbruikbaar zijn, simpelweg omdat gebouwen en producten sinds de vorige eeuw steeds minder herbruikbaar ontworpen worden. Dat is de uitdaging waar in deze publicatie vooral bij stil wordt gestaan.

Hoofdstuk 3: De aanpak van het onderzoek

Samengevat:

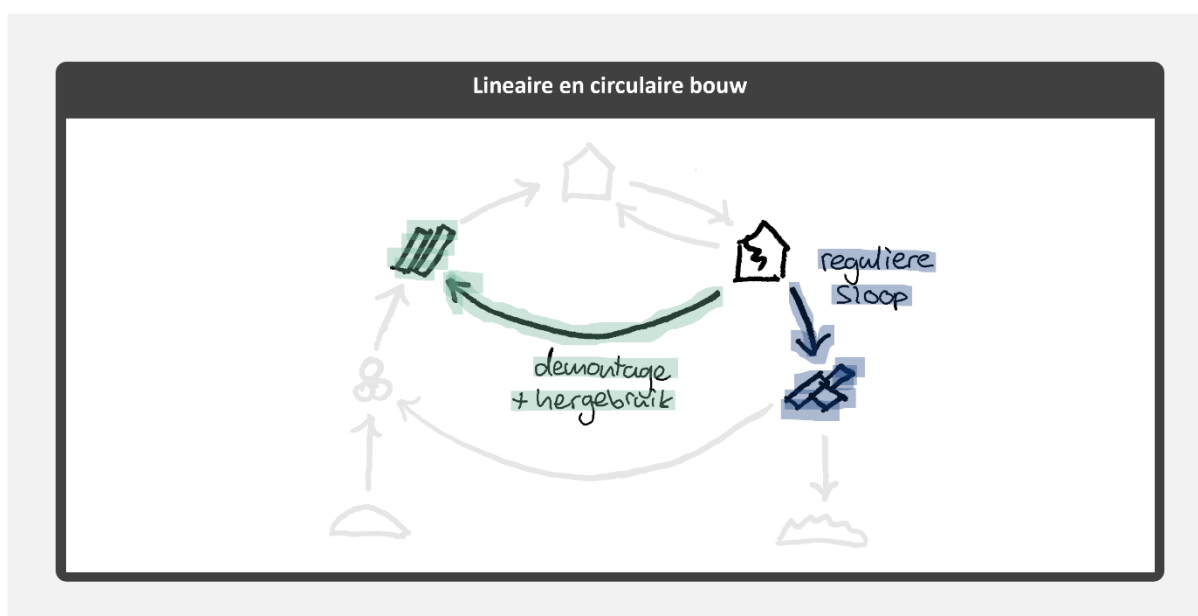
Naast de normale projecten van Sloopcheck zijn er case studies gedaan met tientallen circulaire slopers. Hierbij is voor een heleboel producten in kaart gebracht wat slopers hergebruiken, om welke redenen wel of niet en hoe ze te werk gaan.

Op basis daarvan is een methode ontwikkeld om per productgroep te beoordelen welke product- en ontwerpeigenschappen de herbruikbaarheid van een product in de weg zitten. Het doel hiervan is dat fabrikanten van bouwproducten en architecten makkelijk kunnen beoordelen wat ze moeten aanpassen om de herbruikbaarheid van bouwproducten te vergroten.

3 De Aanpak van het onderzoek

Bij veel projecten van Sloopcheck worden reststromen in kaart gebracht bij slooprojecten, portfolio's (van bijv. een woningcorporaties), productieprocessen of hele regio's. Vervolgens worden er hoogwaardige bestemmingen gezocht of wordt er een strategie ontwikkeld en geïmplementeerd om structureel afval te vermijden of te hergebruiken. Voor projecten wordt vaak advies ingewonnen bij slopers: zij hebben diepgaande kennis over de herbruikbaarheid van verschillende producten. voor dit onderzoek (Slooplessen voor ontwerpers) heb ik bij reguliere projecten tijd vrijgemaakt om bij slopers aanvullende kennis op te halen over ontwerpeigenschappen die herbruikbaarheid beïnvloeden.

In grove lijnen is telkens de vraag gesteld: "zou je dit product wel of niet hergebruiken in omstandigheden x en y?" Dit dilemma is weergegeven in afbeelding 3. De vervolgvragen waren bijvoorbeeld "hoe zou je te werk gaan?" en "waarom is hergebruik wel of geen geschikte optie?". Alle kennis uit dit rapport is afkomstig uit deze gesprekken.



afbeelding 3 De keuze tussen hergebruik en reguliere sloop

In afbeelding 4 is te zien welke slopers hebben bijgedragen. Bij sommigen heb ik een interview afgenomen en bij anderen een hele case studie doorlopen. Er zitten ook partijen bij waar ik de afgelopen jaren vaak ben langsgeweest en mee samen heb gewerkt in projecten. Een aantal partijen in het overzicht zijn technisch gezien geen slopers maar partijen die materiaal van slopers verhandelen. Ik wil alle partijen bedanken voor hun input.

HANDELS- EN SLOPERSBEDRIJF
GEBR. SLEEUWENHOEK 

weba 
aanpak en geleefde sloopmethodes

 **BEIJER & ZN. B.V.**

 **MSO** CIRCULAIR

 **SLOOPWERKEN & ASBESTVERWIJDERING**
VAN DER HEIJDEN BV

MH
M HEEZEN BV
SLOOPWERKEN, ASBESTSANERING
 WITTELIJNEN, ENIGED AUFUHLIS

GEBR. DE HOLLANDER B.V.
 SLOOPWERKEN
 GRONDWERKEN
 WATERWERKEN
 ASBEST SANERING
 Tel. 071 341 55 33
 www.gebroedersdehollander.nl

 **Hooijer Renkum**


 v.o.f. **Hovens Slopersbedrijf**
 Venlo-Blerick T. 077-382 02 30
 www.hovenssloopbedrijf.nl

STRIJK

 **VENUS BV**
 slopen ... een vak apart

w.g.  **Schimmel b.v.**
 www.schimmelbv.nl



Gebr. St. NICOLAAS B.V.
 Sloopwerken

VERMEULEN & ZONEN
 SLOOPWERKEN
 BREDA 


WEEVER

 **RGS**

 **TN SLOPEN & SANEREN**

A VAN LIEMPD
 SLOOPBEDRIJVEN

 **ADEX**
 groep

van  **Rijswijk**
 PRECISIESLOOP, RETAIL & PROJECTEN

 **Schijf**

 **LAGEMAAT**

SNELLEN 
 ruimtemakers

2dehands 
 bouwmaterialen.nl

 **VLASMAN**

BORK 

BOB
LIMMEN
 SLOOPWERKEN & ASBESTSANERING

 **VISSERS**
 SLOOP | ASBEST | BODEM

 **gp groot**

afbeelding 4 alle slopers (en handelaren) die een bijdrage hebben geleverd

 **SLOOP
 CHECK**

De slopers die ik heb gesproken, hebben ontzettend veel ervaring met het demonteren en hergebruiken van bouwmaterialen. Jaarlijks maken ze honderden (wellicht duizenden) keren de keuze tussen “reguliere sloop” of hergebruik. Die keuze gebeurt intuïtief en soms onderbewust maar er zit een hoop kennis en ervaring achter. Op basis van eerdere ervaringen weet een sloper hoe hij bij hergebruik van verschillende producten te werk moet gaan, wat de kans op falen ongeveer is en of dit onder de streep (financieel) een goede optie is ten opzichte van normale sloop. Soms proberen ze wat nieuws maar in veel gevallen is de verwachte financiële uitkomst leidend.

Er is zeer weinig gepubliceerd over dit keuzeproces van slopers. Daarom heb ik er veel moeite in moeten stoppen om dit proces te doorgronden en een framework te ontwikkelen waarmee het beter begrepen kan worden. Dit framework wordt uitgelegd in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 en 6 worden onderdelen uit dit framework verder toegelicht, namelijk: de factoren die de kans op hergebruik beïnvloeden. Het uitgangspunt van dit onderzoek is immers het streven naar meer hergebruik.

Ik heb mijn best gedaan om het framework uit hoofdstuk 4 te vertalen naar een methode om onderbouwde keuze te maken voor een herbruikbaar ontwerp van producten en gebouwen. Zo is het idee ontstaan voor een ‘scorekaart’ per productgroep met daarop de belangrijkste aspecten om op te letten. Dit kan als checklist gebruikt worden voor nieuwe producten waar slopers nog geen ervaring mee hebben. Dit idee wordt uitgelegd in hoofdstuk 6 en in hoofdstukken 7, 8 en 9 wordt het concept gedemonstreerd aan de hand van veel voorkomende productgroepen.

De frameworks uit dit document zijn ontstaan uit een iteratief proces van twee jaar. Tijdens die periode zijn er af en toe blogs gepubliceerd waar verschillende producten en slopers aan bod kwamen. Deze blogs zijn gepubliceerd op de [website van Sloopcheck](#) en ze zijn naar de leden van Cirkelstad rondgestuurd via hun nieuwsbrief. Ook op de [website van Cirkelstad](#) zijn de posts te vinden. Het document dat je nu leest, kan worden beschouwd als een bundel waar alle kennis uit de blogs (en nog meer) bij elkaar komt.

Met dit rapport wordt een langdurig onderzoek naar de herbruikbaarheid van bouwmaterialen afgerond. Het ontwikkelde framework is echter iets dat ik nog vaker hoop toe te passen. Als we naar een circulaire bouweconomie willen is het belangrijk om nu al producten te hergebruiken die uit sloop vrijkomen maar we moeten niet vergeten om alle nieuwe producten die we toepassen ook herbruikbaar te ontwerpen. Daar zal de volgende generatie erg dankbaar voor zijn. Het framework uit dit onderzoek kan helpen om uw product of ontwerp herbruikbaar te maken. Voor vragen kun je gerust contact opnemen.



Hermen van de Minkelis
hermen@sloopcheck.nl

Hoofdstuk 4: Een framework voor herbruikbaarheid

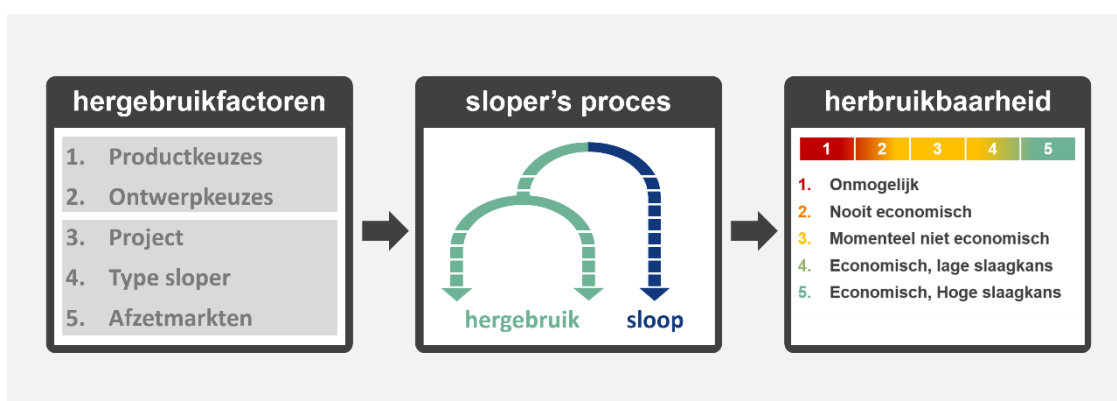
Samengevat:

Er is een framework ontwikkeld om te duiden wat een product goed of slecht herbruikbaar maakt. Dit framework bestaat uit 3 onderdelen:

- 1) Er zijn zogenaamde hergebruikfactoren die hergebruik moeilijker of makkelijker maken. Dit zijn eigenschappen van het ontwerp en het product maar ook eigenschappen van de uitvoerende sloper, de omstandigheden van het project en de beschikbaarheid van afzetkanalen. Hier is een overzicht van gemaakt.
- 2) Er is een denkwijze die slopers (vaak intuïtief) volgen om de keuze tussen wel of geen hergebruik te maken: de sloper vergelijkt het proces van hergebruik met het proces van “reguliere” sloop om in te schatten wat economischer is. Dit proces is in kaart gebracht. De genoemde hergebruikfactoren bij 1 zijn input voor het proces.
- 3) Er zijn een aantal gradaties van herbruikbaarheid op basis van of het überhaupt kan, hoe duur het is en wat de slaagkans is. Op basis van de denkwijze uit stap 2 kunnen slopers makkelijk de gradatie van herbruikbaarheid vaststellen bij een product.

4 Een framework voor herbruikbaarheid

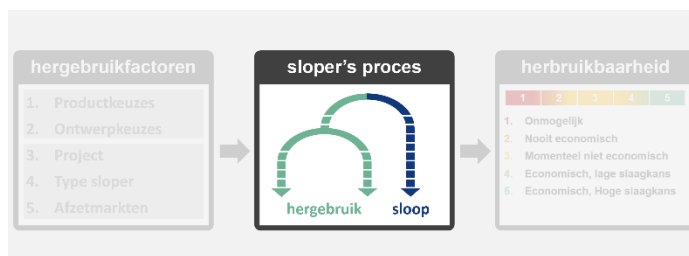
In dit hoofdstuk wordt een framework gepresenteerd waarmee verschillende omstandigheden, waaronder ontwerp- en producteigenschappen in verband worden gebracht met de kans op hergebruik, ofwel de herbruikbaarheid. Er zijn drie modellen ontwikkeld om deze relatie toe te lichten. Zie afbeelding 5. Aan de ene kant zijn er ‘hergebruikfactoren’. Die omschrijven de situatie van een bouwproduct dat vrijkomt bij een sloopproject. Centraal in het framework staat het sloper’s proces bij hergebruik (groen) en reguliere sloop (blauw). Die processen hangen af van de hergebruikfactoren. Rechts staat een model om herbruikbaarheid te duiden. Dit hangt af van de vergelijking tussen de sloper’s processen. De drie modellen worden uitgelegd in dit hoofdstuk, te beginnen met het proces van de sloper dat centraal staat.



afbeelding 5 Herbruikbaarheid op basis van hergebruikfactoren

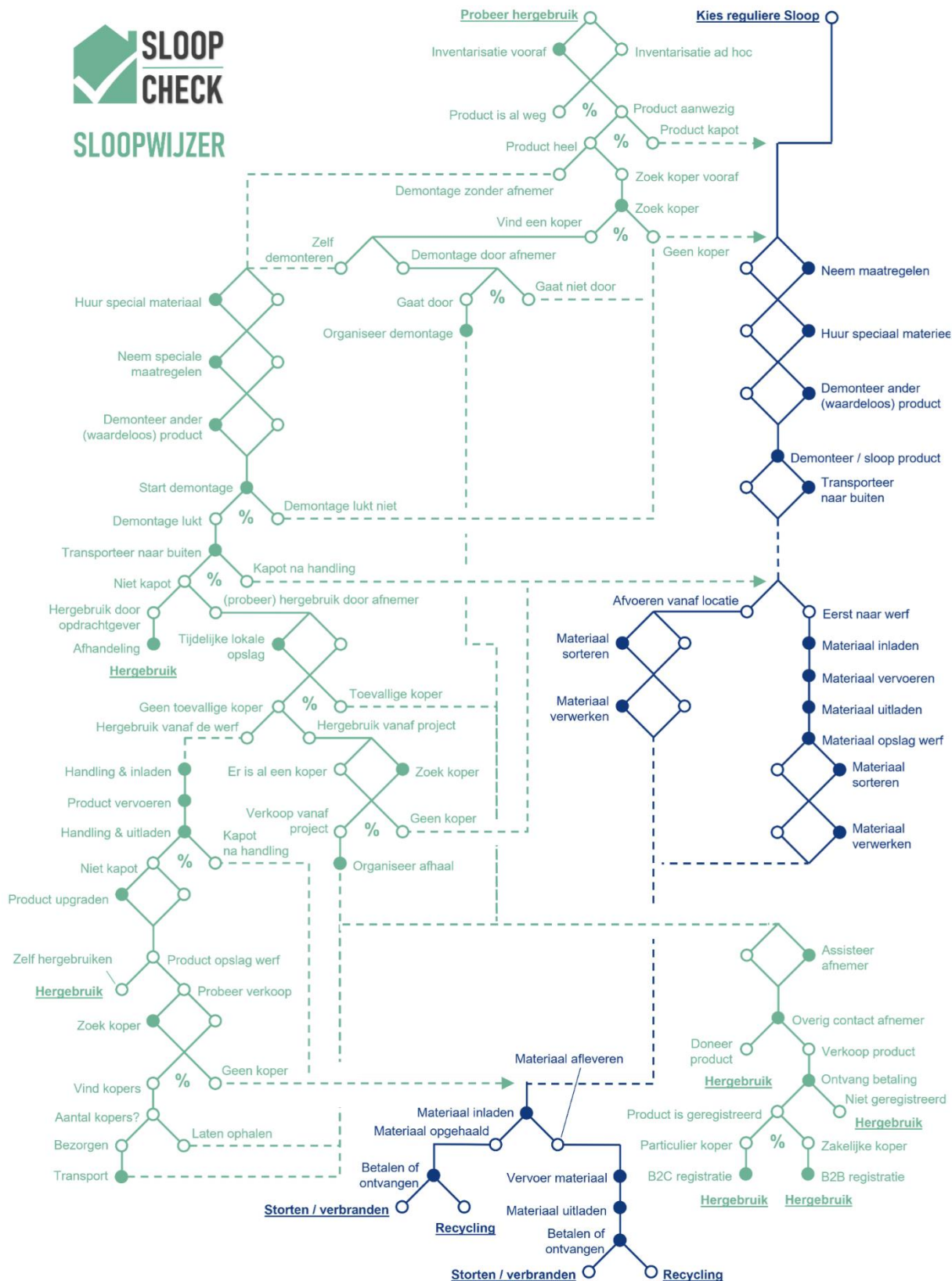
4.1 Het sloper’s proces

Op basis van veel gesprekken zijn de processen in kaart gebracht die een sloper doorloopt in verschillende situaties. Hierbij is gekeken naar verschillende producten, ontwerpen, verschillende soorten slopers en andere factoren. Telkens is gekeken naar het proces van hergebruik en ‘reguliere’ sloop in een situatie.



Alle verschillende processen die tijdens gesprekken genoemd zijn, zijn over elkaar heen gelegd om een routekaart te vormen. Op die routekaart kunnen alle denkbare sloop- of hergebruikproces geprojecteerd worden. Het instrument heeft de naam ‘Sloopwijzer’ gekregen – zie afbeelding 6. De routes zijn verdeeld in twee categorieën:

- Processen waarbij producten worden gedemonteerd voor hergebruik (groen)
- Processen waarbij producten worden gerecycled, verbrand of gestort (blauw)



afbeelding 6 de Sloopwijzer

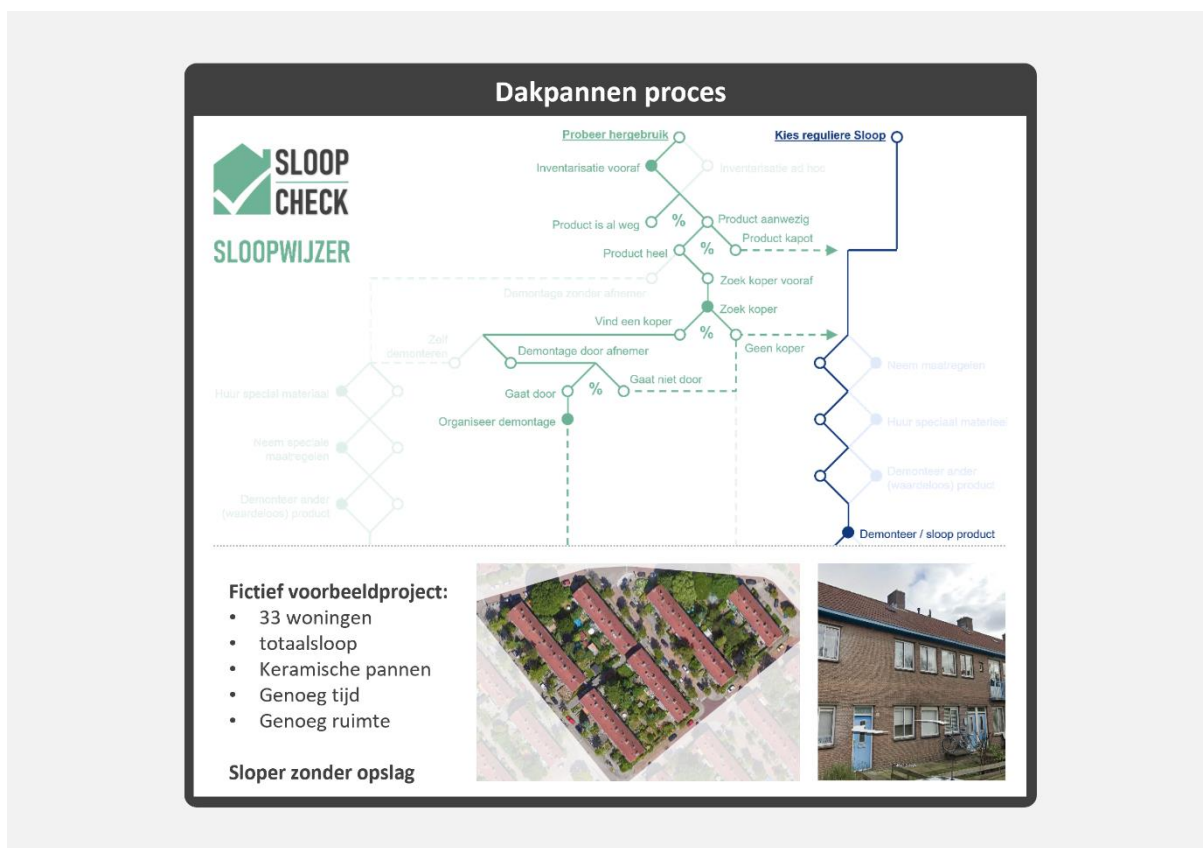


De Sloopwijzer kan het best worden toegelicht aan de hand van een voorbeeld: dakpannen bijvoorbeeld. In de onderstaande afbeelding wordt geïllustreerd hoe hergebruik en 'reguliere' sloop van dakpannen ongeveer werkt. De foto's zijn afkomstig van litt-geschiedenis.weebly.com (1) en kopenenklussen.nl (2).



afbeelding 7 Demontage en reguliere sloop van dakpannen

Afhankelijk van de exacte omstandigheden is voor beide opties het meest logische proces uit te stippelen op de Sloopwijzer. In afbeelding 8 is het eerste deel van dit proces weergegeven op basis van fictieve omstandigheden.



afbeelding 8 sloopwijzer voor dakpannen

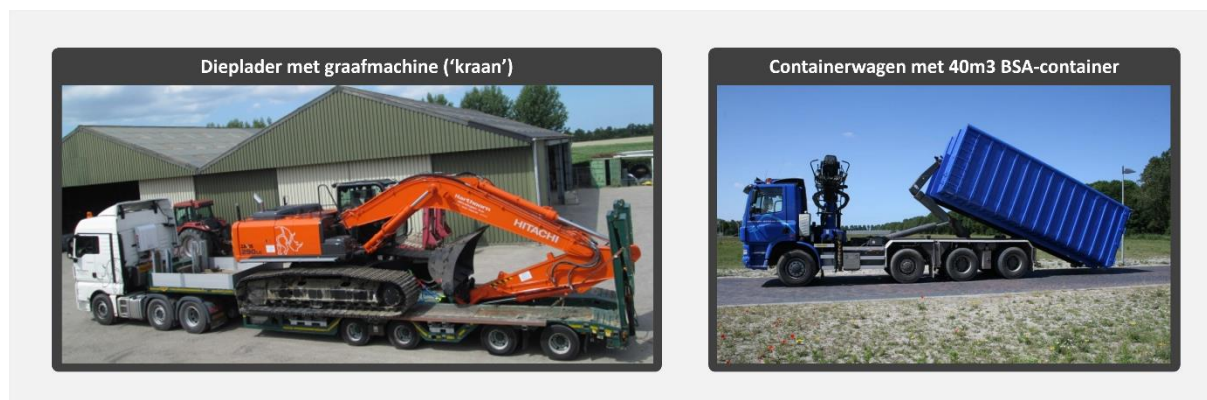
Het proces is opgebouwd uit verschillende soorten schakels die hieronder zijn afgebeeld. Aan de hand van het voorbeeld wordt uitgelegd wat deze schakels betekenen.



afbeelding 9 soorten schakels in het proces van een sloper

Hergebruik: Van boven naar beneden is de eerste stap een keuze tussen wel of niet inventariseren. Dit is een optionele actie. De sloper kiest voor een inventarisatie omdat dit nodig is voor het vinden van een afnemer. De volgende twee stappen op de route zijn buiten de macht van de sloper om: kans op uitval, namelijk dat een deel van de pannen ontbreekt of kapot is. Voor de kapotte pannen blijft reguliere sloop als enige optie over. Vervolgens volgt een keuze tussen richtingen: een afnemer zoeken voor of na demontage. Omdat de sloper geen opslagruimte heeft, heeft het alleen zin om te demonteren als er al een afnemer is – hij moet die dus eerst zoeken. Daarna volgt de noodzakelijke actie om te zoeken naar afnemers. Misschien vindt hij een afnemer die de dakpannen er zelf vanaf haalt: daar zijn speciale bedrijven voor. Als dat doorgaat, hoeft de sloper de demontage alleen te coördineren. Daarna door naar de volgende fase, aangegeven met een stippellijn.

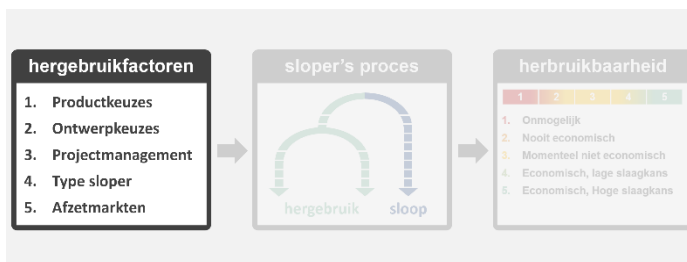
Reguliere sloop: reguliere sloop is een alternatieve route die de sloper kan doorlopen om van de dakpannen af te komen. In dat geval gebruikt hij waarschijnlijk de bak van zijn graafmachine om delen van het dak los te trekken. Hierbij vallen de dakpannen op de grond tussen de rest van het puin. Dit puin wordt na afloop vergruisd met een puinbreker waarna het als wegfundering wordt gebruikt. In de Sloopwijzer is terug te zien dat hier minder handelingen bij komen kijken. Reguliere sloop is inwzede de 0-meting voor hergebruik. Slopers vergelijken de kosten en opbrengsten van hergebruik met de kosten (en soms opbrengsten) bij reguliere sloop. Hiervoor wordt onder anderen gekeken naar het materieel dat nodig is. Hieronder staat een overzicht van groot materieel dat slopers bijna altijd gebruiken. Al het extra materieel dat ze nodig hebben kan worden beschouwd als extra kosten. Als hergebruik financieel minder aantrekkelijk is dan reguliere sloop, is de kans op hergebruik klein. Daarover meer in paragraaf 4.3.



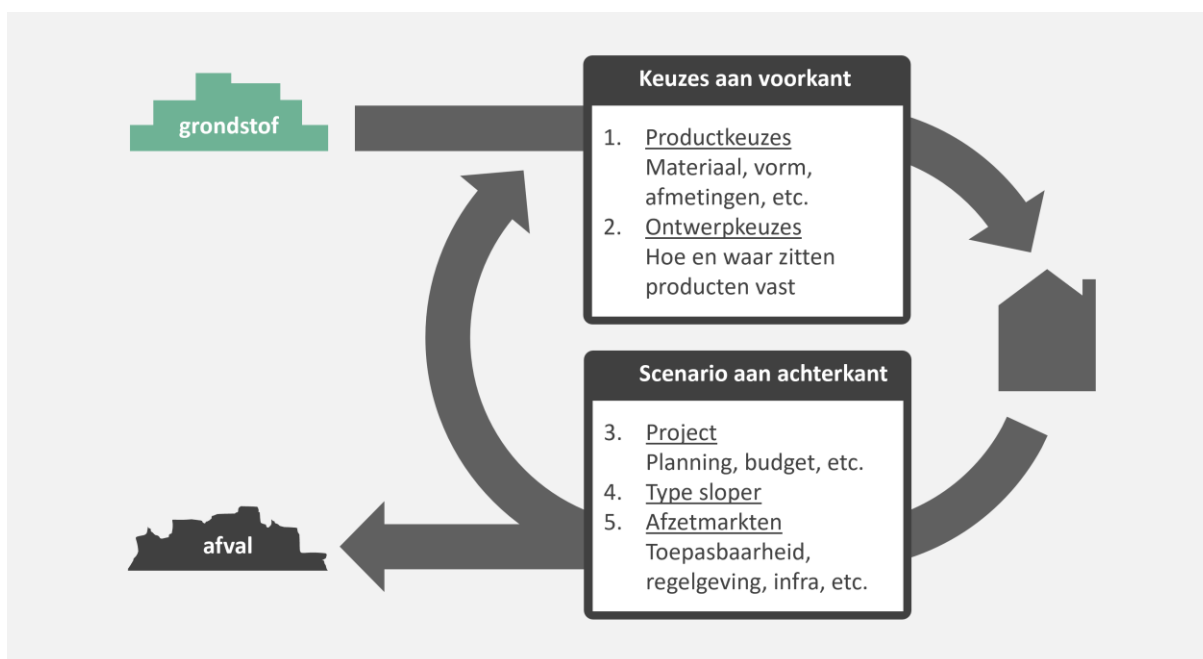
afbeelding 10 basisuitrusting van een sloper

4.2 Hergebruikfactoren

Het hergebruik- en slooproces hangt af van een groot aantal factoren. Er is specifiek gekeken naar factoren die invloed hebben op de geschiktheid van hergebruik van een product ten opzichte van reguliere sloop. Dat noemen we 'hergebruikfactoren'.



De factoren die tijdens het onderzoek gevonden zijn, kunnen in vijf groepen worden verdeeld – zie afbeelding 11. Factoren die voor alle situaties hetzelfde zijn, zoals de kosten van arbeid of brandstofprijzen vallen hier niet onder.



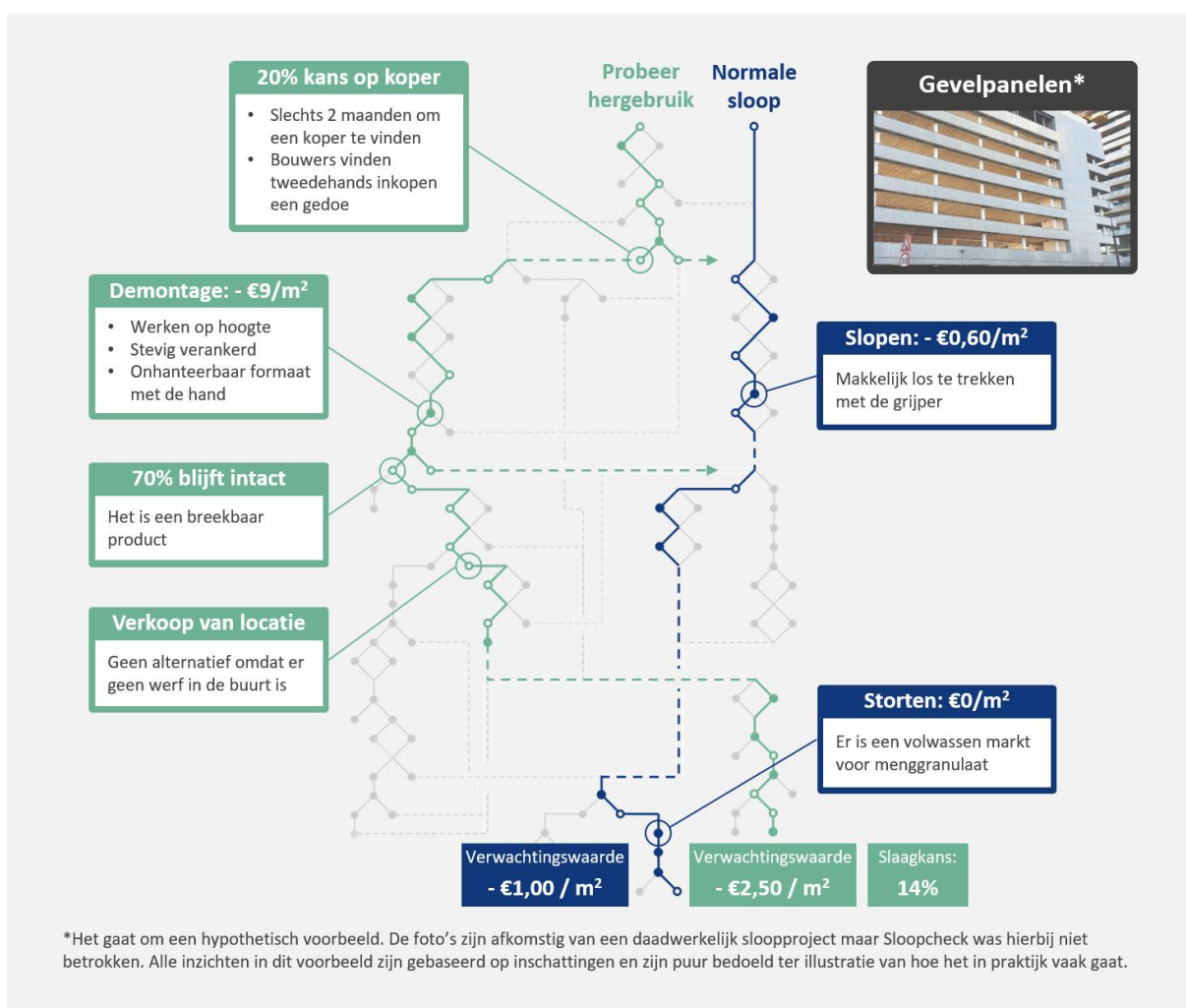
afbeelding 11 soorten hergebruikfactoren

De eerste twee factoren worden vastgesteld aan het begin van de levensduur door de producent van een product en de architect en aannemer. De andere drie factoren omschrijven het scenario vlak voor, tijdens en na het vrijkomen van de materialen. Hieronder worden voorbeelden genoemd aan de hand van de dakpannen-casus.

| Categorie | Factor | Invloed | | toelichting |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Productkeuzes | Keramisch ipv betonnen pannen | Hogere opbrengst van hergebruik | + | Er is markt voor keramisch, niet voor beton |
| Ontwerpkeuzes | 2 verdiepingen in plaats van 5 | Goedkopere demontage | + | Pannen zijn sneller beneden |
| | | Geen speciaal materieel nodig | + | Een hoogwerker is nodig voor 5, niet voor 2 verdiepingen |

| | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Project | 30 woningen in plaats van 5 | Grotere kans op een afnemer | + | pannenhandelaren willen liever grote projecten |
| | Genoeg tijd | Grotere kans op een afnemer | + | Soms is er geen tijd om dit te organiseren |
| Type sloper | Ervaring met pannenhandelaren | Grotere kans dat demontage doorgaat | + | De sloper en de handelaar moeten een beetje op elkaar zijn ingespeeld |
| Afzetmarkten | Verhoogde vraag door storm | Grotere kans op een afnemer | + | Na een storm kopen veel mensen nieuwe pannen |

Hierboven zijn factoren genoemd die hergebruik (financieel) aantrekkelijker maken ten opzichte van andere omstandigheden (+). Ze maken bepaalde stappen uit het hergebruikproces goedkoper (of overbodig). Elke factor die voordelig uitpakt voor het hergebruikproces weegt mee in de beslissing van de sloper om te kiezen voor hergebruik in plaats van sloop. Het is makkelijk om aan te voelen of bepaalde factoren een positieve of negatieve invloed hebben op hergebruik. Voor het onderzoek is geprobeerd om dit te kwantificeren. Dit wordt gedaan door een correlatie te vinden tussen hergebruikfactoren en de exacte stappen in het proces van een sloper. In afbeelding 12 wordt dit geïllustreerd aan de hand van een fictief voorbeeld met gevelbekleding:

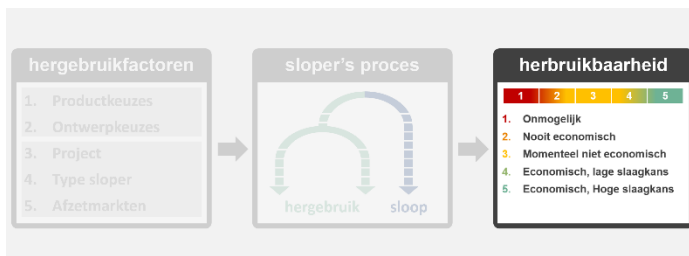


afbeelding 12 stenen gevelpanelen: hergebruik vs sloop

In het fictieve voorbeeld is te zien dat 'reguliere' sloop (blauw) €1,00 kost per m² terwijl de verwachtingswaarde voor hergebruik €2,50 per m² is. Hergebruik is financieel gezien dus minder interessant dan normale sloop. Dit is het gevolg van de specifieke stappen in het sloper's proces. In de afbeelding zijn de schakels aangegeven die het belangrijkste effect hebben op de kosten en de slaagkans. Bij deze schakels is telkens het effect van de relevante hergebruikfactoren genoemd.

4.3 Herbruikbaarheidsscore

Uit de voorgaande paragrafen komt naar voren dat het proces van de sloper wordt bepaald hergebruikfactoren en dat op basis van het proces beoordeeld kan worden hoe financieel aantrekkelijk hergebruik is ten opzichte van reguliere sloop.



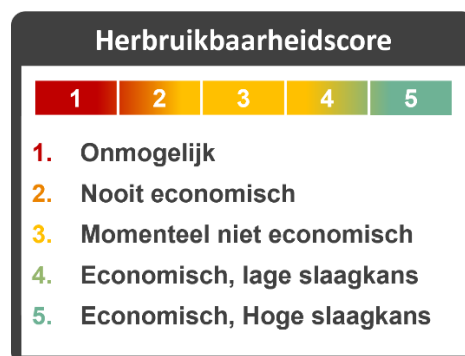
Deze financiële vergelijking bepaalt voor een groot deel of een product zal worden hergebruikt of niet. De onderstaande formule geeft eenvoudig weer hoe die keuze eruit ziet (onder perfecte marktonstandigheden).



afbeelding 13 belangrijkste voorwaarde voor hergebruik

Voor dit onderzoek is een schaal ontwikkeld om eenvoudig de herbruikbaarheid van bouwproducten te duiden. Hierin wordt rekening gehouden met de bovengenoemde financiële implicaties implicaties van ontwerpkeuzes maar ook met de slaagkans en de mogelijkheid dat tijdens de sloop wellicht veranderen in de toekomst. Die schaal wordt hieronder toegelicht:

- 1) Onmogelijk. Proberen heeft überhaupt geen zin omdat de kans nihil is dat het product bruikbaar blijft na demontage
- 2) Nooit economisch. Hergebruik van een product is gewoon veel duurder dan sloop.
- 3) Momenteel niet economisch. Sloop is voordeliger dan hergebruik maar dit kan omslaan bij andere scenario's aan de achterkant (afbeelding 11). Bijvoorbeeld als slopers meer tijd zouden krijgen of er betere afzetkanalen ontstaan.



- 4) Economisch, lage slaagkans. Dit zijn gevallen waarbij het loont om hergebruik te proberen maar waarbij slechts een beperkt deel van de pogingen lukt.
- 5) Economisch, hoge slaagkans. Hierbij is het een nobrainer om te hergebruiken.

Deze schaal vormt een makkelijke manier om uitspraken te doen over de herbruikbaarheid op basis van ervaring zonder dat er een hele analyse nodig is. In het onderstaande overzicht staat een inschatting van de herbruikbaarheid van verschillende producten op basis van uitspraken van slopers – zij kunnen die inschatting maken op basis van ervaring zonder dat er een hele analyse voor nodig is zoals in afbeelding 12. Die analyse hebben we echter wel nodig om de ervaring van slopers te vertalen naar concrete handvatten voor ontwerpers. Daarover meer in [paragraaf 6.4](#).



afbeelding 14 herbruikbaarheid van producten in een doorsnee nieuwbouwwoning

4.4 Toepassing van het framework

In hoofdstuk 5 wordt stilgestaan bij de invloed van hergebruikfactoren die tijdens het vrijkomen van materialen de herbruikbaarheid beïnvloeden. Er wordt stilgestaan bij dingen die opdrachtgevers, slopers, afnemers en de overheid kunnen doen om hergebruik te bevorderen. Het zwaartepunt van het verslag ligt echter op de dingen die architecten en productontwikkelaars aan de voorkant kunnen doen om hergebruik te bevorderen (voordat producten worden toegepast). In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste productkeuzes en ontwerpkeuze uitgebreid toegelicht en in hoofdstukken 7, 8 en 9 wordt de herbruikbaarheid van verschillende producten geanalyseerd en worden er tips voor architecten en productontwikkelaars geëxtraheerd.

Hoofdstuk 5: Hergebruikfactoren aan het einde van de gebruiksfase

Samengevat:

Er zijn een aantal dingen die de kans op hergebruik beïnvloeden op het moment dat oude bouwmaterialen vrijkomen uit een slooproject: De omstandigheden rondom het project, de sloper en de beschikbaarheid van een afzetmarkt. Dit is niet iets waar ontwerpers invloed op hebben maar opdrachtgevers en beleidsmakers wel. Circulaire slopers doen een paar aanbevelingen:

Opdrachtgevers zouden er onder anderen voor moeten zorgen dat slopers meer tijd krijgen voor en tijdens het project, dat slopers bij plannen voor de nieuwbouw worden betrokken en dat er geen budget wordt versplind aan nutteloze rapportages van adviseurs.

Om circulariteit bij projecten te stimuleren kan verder het best gekeken worden naar het track-record van slopers en moeten slopers worden uitgedaagd om verantwoording af te leggen voor het herbestemmen van producten zonder dat ze daarvoor vooraf beloftes over hebben gemaakt.

5 Hergebruikfactoren aan het einde van de gebruiksfase

In paragraaf 4.2 zijn vijf categorieën factoren gedefinieerd die de herbruikbaarheid van bouwmaterialen beïnvloeden. De laatste drie uit dat rijtje hebben betrekking tot de keuzes die worden gemaakt door partijen net voor, tijdens of na een slooproject:

- Projectmanagement (opdrachtgever)
- Uitvoerder (sloper)
- Afzetmarkten (afnemers, middlemen, overheid)

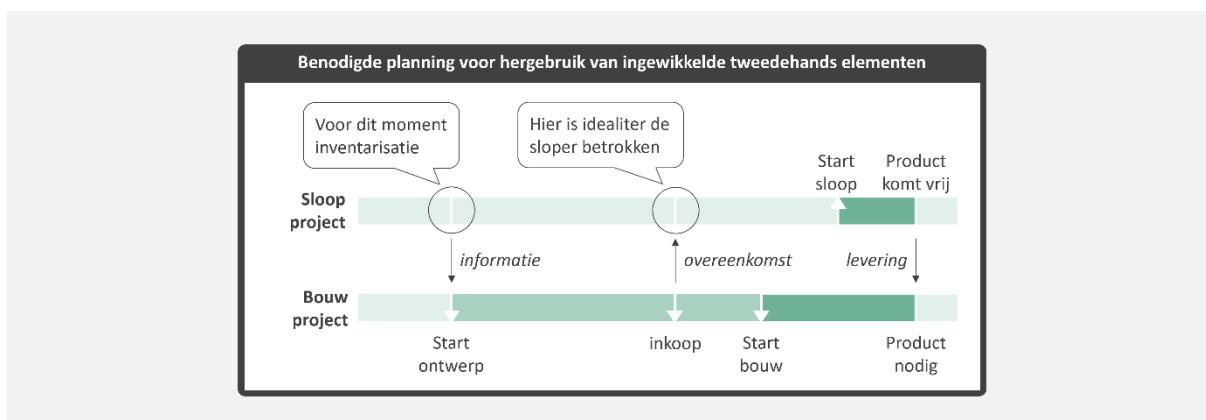
Dit zijn hergebruikfactoren aan de achterkant. Elk van deze drie factoren wordt in dit hoofdstuk behandeld in een aparte paragraaf. Hierbij wordt gekeken naar de dingen die de betrokken partijen volgens slopers kunnen doen om hergebruik te bevorderen.

5.1 De invloed van projectmanagement op hergebruik

Slopers noemen een stel manieren waarop hergebruik wordt verhinderd door de manier waarop een project wordt gemanaged door de opdrachtgever:

Weinig tijd tijdens de eerste schouw. Om een offerte op te stellen is het gebruikelijk dat slopers vooraf een rondje door het gebouw mogen lopen. Dit moment wordt benut om een beeld van het project te krijgen en om grote reststromen zoals beton, steen, BSA en B-hout in te schatten. Als er interessante producten voor hergebruik aanwezig zijn, is het waardevol om daarover alvast informatie te verzamelen voor mogelijke opkopers. Daarvoor is helaas vaak te weinig tijd. Dan kan de nodige informatie pas na gunning verzameld worden wat soms al te laat is om het goed te promoten.

Slopers worden te laat bij projecten betrokken. Voor veel producten is tijd nodig om afnemers te vinden. Dit valt nog mee voor slopers die producten tijdelijk kunnen opslaan of voor producten die worden opgekocht door handelaren. Dan is een paar weken genoeg. Voor sommige producten is echter een specifieke afnemer nodig, zoals een bouwproject in de buurt. Dan moet de inventarisatie ver van tevoren worden gedaan en het liefst door door een sloper want adviesbureaus hebben vaak niet alle nodige praktijkkennis. Helaas worden slopers vaak vlak voor de sloop pas betrokken.



afbeelding 15 benodigde planning om bouw en sloop te matchen

Te kleine schaal van het project. Bij een klein project loont het minder om materialen te scheiden voor recycling omdat er per materiaalstroom onvoldoende is om een eigen container te vullen – vaak wordt het dan gemengd afgevoerd. Dit geldt ook voor hergebruik. In het voorbeeld uit afbeelding 7 worden de dakpannen bijvoorbeeld weggehaald door een gespecialiseerde aannemer die daarvoor voorbereidingen moet treffen. Dit is voor hem niet de moeite waard als het maar om een paar huisjes gaat. De schaal van een project is wellicht niet iets waar een opdrachtgever invloed op heeft, maar de fasering kan hierin wel een rol spelen.

Te weinig tijd tijdens het project. Voor demontage en hergebruik is vaak meer tijd nodig dan voor reguliere sloop. Voorzichtiger werken kost sowieso meer tijd en vaak is er een andere methode nodig voor demontage: Het handmatig losbouten van een stalen bint kost meer tijd dan wanneer deze met dak en al wordt losgerukt. Zelfs als demontage economischer is, gaat het soms niet door omdat er geen tijd is voor de demontage methode.



Te weinig ruimte. Bij niet-duurzame sloop verdwijnt het grootste deel van het materiaal op één, twee of misschien plekken. Vaak is dat een berg met gemengd puin, een container met gemengd bouw- en sloopafval en misschien nog een aparte bak voor B-hout of metaal. Om hoogwaardiger te hergebruiken moet je uitscheiden in meerdere categorieën: glazen binnenwanden op glasbokken, dakpannen in kratten, vlakglas in een aparte container, etc. In zekere zin is slopen van een gebouw net als het opruimen van een lego-doo – hoe beter je het opruimt, hoe meer bakken je nodig hebt en daar is extra ruimte voor nodig. Daarnaast is het handig om extra ruimte te hebben om te manouvreren tussen de verschillende containers.

Onvoldoende informatie beschikbaar. Tekeningen kunnen veel tijd besparen in de voorbereiding van hergebruik. Ze kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om snel producten te tellen die te koop worden aangeboden. Zonder tekening mode afmeting moet iemand alle kamers inventariseren. Ook kan uitgebreid onderzoek naar de opbouw van constiedelen worden voorkomen als er tekeningen zijn, het liefst met updates uit onderhoud. Opdrachtgevers kunnen er meer aan doen om tekeningen goed te beheren. Slopers krijgen niet altijd alle data die ooit beschikbaar was.



Duurzame ambities van opdrachtgevers. De duurzame ambities van een opdrachtgever kunnen in theorie op twee manieren invloed hebben op de kans dat materialen worden hergebruikt:

- De opdrachtgever kan slopers stimuleren om meer te hergebruiken.
- De opdrachtgever kan zelf hergebruiken en demontage afdwingen.

Circulaire ambities bij sloop is iets van de laatste paar jaar. Daarom is de markt nog zoekende naar de beste manier om ermee om te gaan. Dit leidt tot inspirerende voorbeeldprojecten. Helaas leidt circulair beleid van opdrachtgevers vaak ook tot onnodig dure projecten en soms misschien zelfs minder hergebruik. Hieronder staan wat mechanismes toegelicht die daartoe leiden.

- Een adviesbureau inventariseert een slooppand en beoordeelt welke materialen geschikt zijn voor hergebruik. Slopers geven aan dat de selectie vaak niet overeenkomt met de praktijk en dat de verzamelde informatie niet nuttig is voor het vinden van afnemers. Het kost wel duizenden euros die besteed hadden kunnen worden aan daadwerkelijk hergebruik.
- Slopers krijgen extra budget om bouwproducten te demonteren die de opdrachtgever van plan is om zelf te hergebruiken. Helaas komt het voor dat die producten vervolgens een jaar in opslag staan en worden weggegooid omdat de plannen niet goed waren uitgewerkt. Dit kost geld en werkt ontmoedigt opdrachtgevers om meer met circulariteit te doen.
- Slopers schrijven in op basis van prijs en een fictieve score voor circulariteit dat bij de beoordeling van de prijs wordt afgetrokken. Dit kan hergebruik zeker stimuleren doordat slopers met meer hergebruik-ervaring scherper kunnen inschrijven. Er zijn een paar risico's:
 - Het nodigt slopers uit om meer te beloven dan ze kunnen waarmaken. Op die manier wint de sloper met het beste verhaal in plaats van de beste sloper. De remedie is om de uitvoer goed te controleren maar dat kost veel geld.
 - Het punten systeem laat ruimte over voor subjectiviteit. Beoordeling op basis van een plan in plaats van een kwantitatieve beoordeling creëert een opening voor opdrachtgevers om het verhaal van de goedkoopste sloper hoger te beoordelen zodat ze goedkoper uit zijn. Dan lijkt het alleen maar een circulaire aanbesteding.
 - Het puntensysteem beloont niet het juiste handelen. Het doel van hergebruik is om CO₂-uitstoot te voorkomen. Hergebruik dat meer CO₂-uitstoot bespaart verdient dus meer punten. Een kwantitatieve beoordeling valt of staat dus met een goede LCA en die zijn er eigenlijk nog amper voor slopers.

Wat moet een opdrachtgever dan wel doen? Stel slopers zelf verantwoordelijk voor hergebruik en geef ze zoveel mogelijk tijd, ruimte en informatie. Producten die het hergebruiken waard zijn vinden dan vanzelf hun weg. Als je zelf producten in je project wilt hergebruiken, is het slim om de sloper bij het ontwerpproces te betrekken als reality check. Verder is het slim om slopers zelf te vragen om documentatie van hun hergebruik en de discussie aan te gaan over het resultaat. Dan weet je voor de volgende keer of het misschien beter is om een andere sloper uit te nodigen.

5.2 De uitvoerder

Er zitten flinke verschillen tussen de geïnterviewde slopers. Er zijn grote en kleine slopers; slopers zijn goed in verschillende soorten gebouwen (kantoren, woningen, infra, kassen etc.); er zijn verschillende specialisten zoals een focus op asbest sanering, betonboren, koppensnellen of bijvoorbeeld renovatie en de manier van werken verschilt. Ook zijn er ten minste twee verschillen tussen slopers die een indicatie zijn voor de mate van circulariteit in hun bedrijfsvoering:

- Wel of geen eigen materialenhandel
- Wel of geen medewerker(s) met focus op circulariteit

De eigen materialenhandel. Sommige slopers hebben een loods waar sloopmaterialen worden opgeslagen en verkocht, zie afbeelding 16. Er is een variatie in hoe serieus deze handel is. Het kan zijn dat materialen ergens op het terrein worden neergelegd en dat er in het weekend wat buurtbewoners komen zoeken naar bruikbaar materiaal. Soms is er een overdekte opslag en kun je ook door de week materialen kopen. Soms is er specifiek personeel aanwezig voor de verkoop: dan is het eigenlijk gewoon een winkel. Omdat hout veel wordt verhandeld, zit er soms een zagerij bij en het komt zelfs voor dat slopers met dit verdienmodel zelfst een online winkel hebben. Het zijn met name particulieren die de spullen kopen en weinig slopers hebben een serieuze materiaalhandel.



afbeelding 16 voorbeelden van de opslag plek van handelende slopers

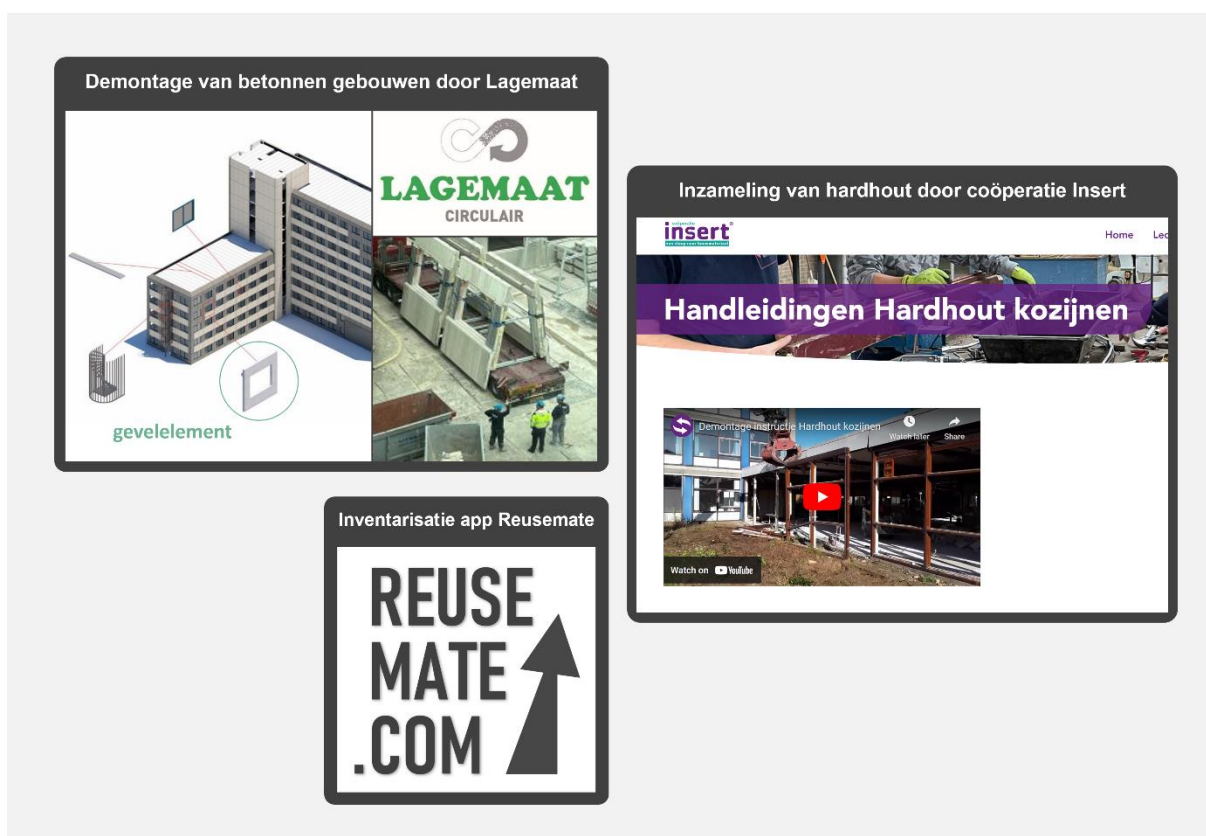
Uit gesprekken blijkt dat vroeger heel veel slopers een materialenhandel hadden maar dat dit vanaf de jaren 80 enorm is afgenomen. Een genoemde reden is “de opkomst van de Gamma en de Praxis”: particulieren klussen tegenwoordig sowieso minder en zijn inmiddels gewend om alles nieuw te kopen. “niemand heeft meer zin om hout te staan ontspijkeren op zaterdag”. De afname van dit verdienmodel komt ook door een toename in grondprijzen, doordat afvalverwerking efficiënter is geworden en arbeid (dus demontage) duurder is geworden. “Tegenwoordig is het gewoon containerwerk”. Slopers die nog wel een handel hebben noemen meestal twee redenen:

- Hun werf ligt op het plattenland waar grond goedkoper is.
- Ze hebben een sterke traditie: hun vader deed het al op deze manier en zijn vader voor hem. Slopers die later (bijv. in de jaren 80) zijn gestart hebben zich meer aangepast aan grootschaliger werk waarbij alles in containers wordt afgevoerd

Een materialenhandel, of circulaire hub zoals het nu vaak wordt genoemd, is dus niet iets moderns maar juist iets traditioneels. Het levert wel een voordeel op voor hergebruik voor met name producten die door particulieren worden gekocht: er is geen tijd nodig om kopers te zoeken – die komen vanzelf en de verkoopprijs is hoger dan wanneer je verkoopt aan een handelaar.

Circulaire medewerker(s). Ook zonder opslag/winkel voor materialen is het mogelijk om veel te hergebruiken, namelijk door verkoop aan handelaren die het ophalen op het project. Dit is sowieso handig bij producten die minder door particulieren worden gekocht zoals bijvoorbeeld grote hoeveelheden kantoorinrichting of hele staalconstructies. Ook voor veel andere producten zijn er handelaren. Of deze handel plaatsvindt hangt er vanaf hoe een sloper het georganiseerd heeft. Binnen bijna alle sloopbedrijven hebben uitvoerders contacten in de handel die worden gecontacteerd. Echter blijven er veel kansen liggen omdat uitvoerders het druk hebben met andere zaken. Omdat steeds meer opdrachtgevers vragen om circulariteit, nemen steeds meer slopers iemand in dienst die verantwoordelijk is voor hergebruik. Als deze persoon goed geïntegreerd is in de organisatie (bijvoorbeeld door ervaring als uitvoerder) kan het leiden tot veel innovatie.

In sommige gevallen wordt ervoor gekozen om een circulaire hub te openen net als de handelende slopers uit afbeelding 15 of er wordt volop ingezet op een netwerk met afnemers. Ook ontstaan er initiatieven van slopers om zelf bepaalde materialen te verwerken tot nieuwe producten en worden er indrukwekkende pilots gedaan waarbij zelfs hele gebouwen worden ontbonden om elders op te bouwen. Nota bene leidt deze inzet er toe dat er ook initiatieven ontstaan die slopers helpen met hergebruik. Voorbeelden van de bovengenoemde verschijnsels zijn weergegeven in afbeelding 17.



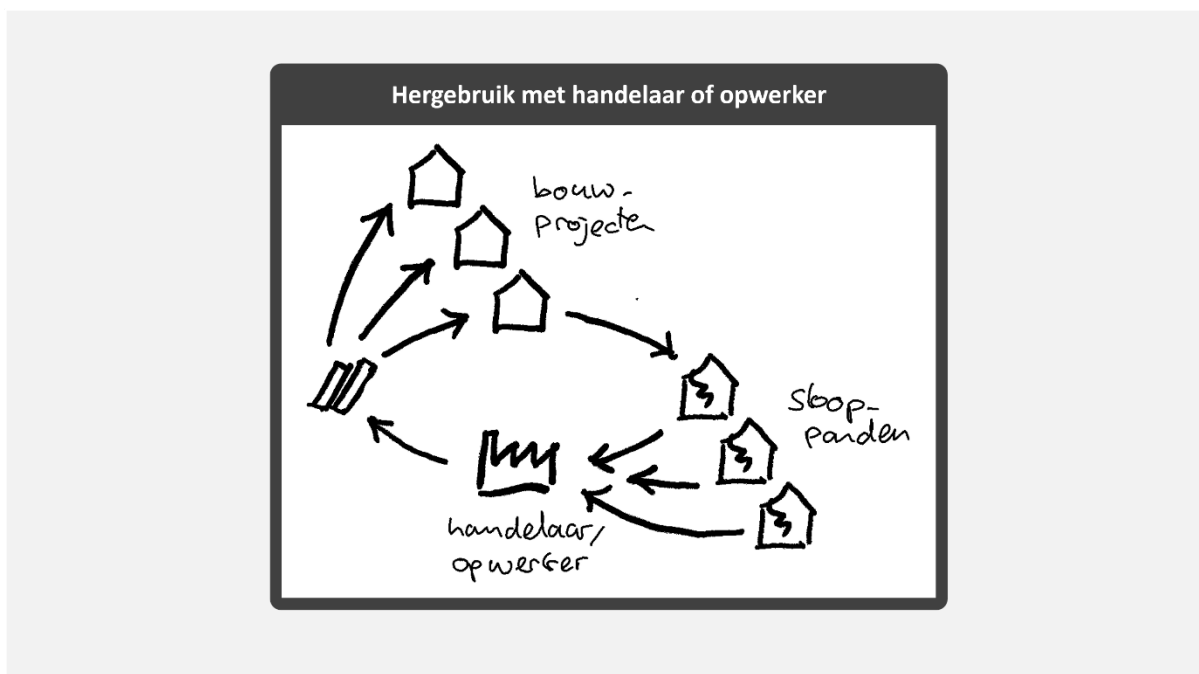
afbeelding 17 voorbeelden van initiatieven rondom het hergebruiken van bouwproducten

Er ontstaan dus allerlei nieuwe manieren waarop wordt hergebruikt. dit leidt er ook toe dat er nieuwe afzet markten ontstaan en andersom. Zie de volgende paragraaf.

5.3 Afzetmarkten

Uit gesprekken met slopers blijkt dat de meeste tweedehands bouwmaterialen worden verkocht aan (particuliere) doe-het-zelvers, kleine bedrijfjes of boeren. Momenteel komt het nog weinig voor dat bouwmaterialen weer in professionele bouwprojecten worden gebruikt. Dit komt onder anderen doordat de inkoop van nieuwe materialen volledig is geoptimaliseerd en tweedehands inkoop niet. Het kost veel moeite voor aannemers om tweedehands materiaal te zoeken in de juiste hoeveelheden dat op het juiste moment vrijkomt om dit materiaal vervolgens te beoordelen en afspraken te maken met meerdere slopers om te komen tot een bestelling. Daarnaast helpt het niet dat verkoop niet het primaire verdienmodel van slopers is (dat is slopen). Inkoopers hoeven geen uitstekende klantenservice te verwachten. Nieuwe materialen kunnen ze met een paar drukken op de knop, netjes verpakt op de juiste plek laten bezorgen door hun vaste leverancier. Bouwaannemers gaan al helemaal niet tweedehands materiaal sorteren, schoonmaken of op de juiste maat zagen. Zie [dit rapport](#) over het hergebruiken van hout waarin meer uitleg staat over de opstakels. Om deze reden is één-op-één hergebruik in de bouw moeilijk, duur en moeilijk schaalbaar.

Hergebruik van complexe producten wordt een stuk haalbaarder als de demonterende sloper ook betrokken is bij de bouw. De betonnen gevelpanelen uit afbeelding 17 worden bijvoorbeeld opnieuw toegepast in een project waar de sloper (Lagemaat) zelf opdrachtgever van is. Voor veel andere producten is het al snel te duur om één-op-één te hergebruik in de bouw, puur vanwege de organisatie er omheen. Dit is jammer omdat hergebruiken in de bouw veel potentie heeft: het is een hele grote, onontgonnen afzetmarkt (en verkoop aan particulieren lijkt niet te groeien). De oplossing zit hem in de aanwezigheid van een opkoper die producten sorteert, mogelijk opknaapt of verwerkt en doorverkoopt. Zie de schematische weergave in afbeelding 18.



afbeelding 18 hergebruik met een tussenhandelaar of opwerker

Het verschilt per product welke taken de handelaar op zich neemt. Als producten in volle containers aangeleverd kunnen worden, is het logisch dat de sloper het product brengt – die zijn toch al gewend om met containers het land door te rijden. Als het om kleinere ladingen gaat of om ladingen waar speciaal vervoer voor nodig is, is het logischer als de afnemer het ophaalt. Voor sommige speciale producten is het wellicht zelfs beter als de handelaar het product demonteert. Ook zal het verschillen hoeveel werk een handelaar besteed aan het product. Voor bepaalde producten zal het genoeg zijn om de producten op te slaan en te sorteren of te verpakken. In andere gevallen zal het product geüpgrade moeten worden. Dit kan variëren tussen schoonmaken of volledig verwerken tot nieuw product. Zodra er een tussenhandel ontstaat in bepaald product wordt hergebruik in de bouw een stuk makkelijker. Er worden dan namelijk twee fundamentele problemen met hergebruik opgelost:

- 1) **Tweedehands producten komen vrij bij een partij voor wie verkoop geen prioriteit is.** Het primaire verdienmodel van slopers is om een gebouw te verwijderen. Zelfs slopers die zelf handelen zien dit als bijverdienste (en een manier om afvalkosten te besparen). Zonder verkooporganisatie is het moeilijk om alles te vermarkten. Voor verkoop aan handelaren is geen verkooporganisatie nodig omdat handelaren professionele inkopers zijn. de handelaar heeft zelf wel een verkooporganisatie om het product weer door te verkopen.
- 2) **Tweedehands producten komen niet op de markt om een vraag te vullen.** Nieuwe producten worden speciaal gemaakt om te verkopen en voldoen dus aan de marktvrage. Producten die vrijkomen uit sloop zijn vaak decenia geleden ontwikkeld voor de markt maar het hangt af van toeval of de het nog steeds is wat de mensen willen. In veel gevallen moeten deze producten dus worden aangepast of geüpgrade. Dit is een rol die een handelaren beter vervullen dan slopers omdat ze op één product kunnen focussen.

De tussenkomst van een handelaar of verwerker maakt hergebruik dus een stuk makkelijker. De interesse voor circulariteit zorgt er dan ook voor dat er ineens professionele verwerkers en handelaren ontstaan voor bepaalde producten. De verwachting is dat dit steeds meer wordt. Zie bijvoorbeeld de verwerking van tafelbladen bij DZB Leiden:



afbeelding 19 Herfabricage van eiken houten tafels bij DZB Leiden

Hoofdstuk 6: Hergebruikfactoren tijdens de ontwerpfase

Samengevat:

Tijdens gesprekken met slopers zijn er 18 producteigenschappen en 12 ontwerpeigenschappen geïdentificeerd die de kans op hergebruik beïnvloeden. Het verschilt per product welke eigenschappen doorslaggevend zijn. Om herbruikbaar te ontwerpen is er dus een checklist nodig met de eigenschappen die belangrijk zijn voor een specifiek product en een manier om te beoordelen hoe goed het product hierop scoort. Daarvoor is een methode bedacht:

Per productgroep zijn voor verschillende producten de belangrijkste eigenschappen in kaartgebracht op basis van het framework uit hoofdstuk 4. Die zijn samengevoegd tot een scorekaart met relevante eigenschappen voor de hele productgroep.

Op de scorekaart kan per eigenschap worden bepaald hoe een specifiek product scoort op een schaal van 1 tot 5. Hierbij wordt de vergelijking gemaakt met andere producten om de beoordeling makkelijk te maken. Na het invullen van de scorekaart weet een ontwerper waar de zwaktes van zijn of haar product of gebouw zitten.

6 Hergebruikfactoren tijdens de ontwerpfase

De belangrijkste focus van dit onderzoek zijn keuzes die herbruikbaarheid beïnvloeden die ooit zijn gemaakt bij het ontwerp van het product of het gebouw. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- **Productfactoren.** Keuzes voor de materialisatie en vormgeving van een bouwproduct die invloed hebben op de herbruikbaarheid
- **Ontwerpfactoren.** Keuzes voor de manier waar op een gebouw is vormgegeven en de manieren waarop specifieke producten in het gebouw zijn ingepast

Eerst zullen er een stel voorbeelden genoemd worden van de manier waarop slopers naar een product of ontwerp kijken om de herbruikbaarheid te bepalen. Dit betreft een hele hoop redenen voor of tegen hergebruik. Deze redenen zijn onderzocht en teruggebracht naar een lijst met hergebruikfactoren (voor product en ontwerp) die vervolgens worden toegelicht.

6.1 Hoe slopers naar producten in een gebouw kijken

Tijdens het onderzoek is vaak aan slopers de vraag gesteld of ze een specifiek product zouden hergebruiken en waarom wel of niet. Afhankelijk van het type sloper (paragraaf 5.2) en de afzetmarkten waar ze toegang tot hebben (5.3) krijg je verschillende reacties. Vaak is de eerste reactie: “hangt ervan af”. Dat is een aanleiding om de situatie beter uit te leggen. Bijvoorbeeld of er genoeg tijd en ruimte is, of de opdrachtgever de producten zelf wil behouden, etc. (paragraaf 5.1). De overige redenen die slopers noemen om wel of niet te hergebruiken hebben met het product of het ontwerp te maken. Hieronder wat voorbeelden aan de hand van de producten uit afbeelding 14.

Betonelementen

3 Op basis van 4 gesprekken

- ✓ nieuw duur
- ✗ Alleen met een dure kraan en transport
- ✗ Sloop en stort zijn heel goedkoop
- ✗ Verkoop op locatie – snel koper vinden
- ✗ Eisen aan constructieve veiligheid
- ✗ Waardeverlies bij schade – één geheel
- ~ Twijfelachtig of hier vraag naar ontstaat
- ~ Overhaupt mogelijk? – verbindingen

Montagekozijnen

4 Op basis van 16 gesprekken

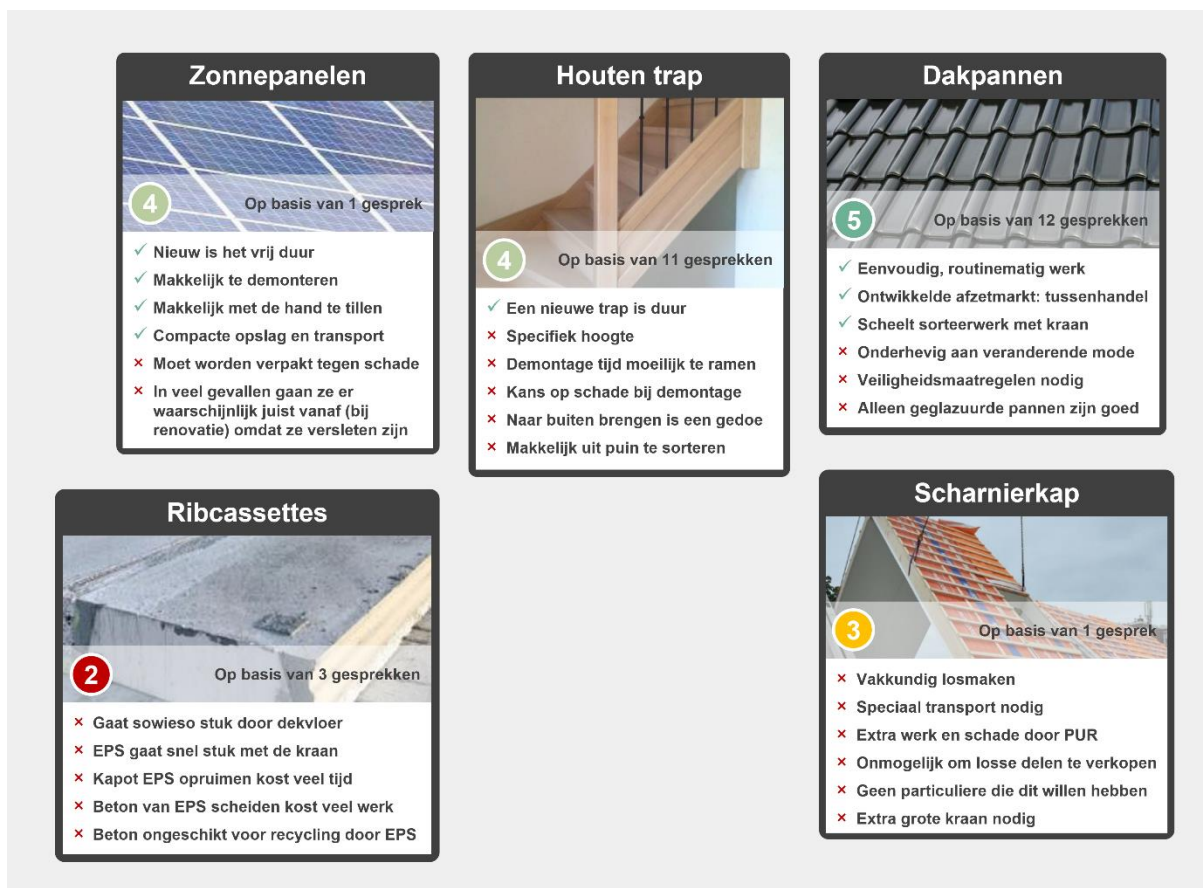
- ✓ Nieuw is het heel duur
- ✓ Veel laagwaardige toepassingsopties
- ✗ Kans op schade bij leegstand en terugwinning
- ✗ Klanten verwachten garantie
- ✗ Steeds nieuwe isolatie-eisen
- ✗ Hoogwerker nodig (1e verdieping)
- ✗ Grote kozijnen zijn ongeschikt
- ✗ Moeilijk muur er omheen demonteren

PIR spouwisolatie

2 Op basis van 11 gesprekken

- ✓ Storten is heel duur
- ✓ Nieuw vrij duur
- ✓ Makkelijk stapelen
- ✗ Groot deel op maat gemaakt
- ✗ Neemt veel ruimte in beslag
- ✗ Ankers losmaken kost veel tijd
- ✗ Hoogwerker nodig (1e verdieping)
- ✗ Normale Sloop is heel snel

afbeelding 20 sloper's opmerkingen over bouwproducten (deel 1)



afbeelding 21 sloper's opmerkingen over verschillende bouwproducten (deel 2)

Meer dan 100 pagina's aan transcripten van tientallen slopers zijn geanalyseerd op zoek naar verschillende soorten commentaar van slopers op bouwproducten. Er is een lijst opgesteld met algemene factoren over producteigenschappen en opmerkingen die betrekking hebben tot ontwerpeigenschappen. Deze factoren worden respectievelijk behandeld in paragraaf 6.2 en 6.3.

6.2 Productfactoren

Uit alle opmerkingen van slopers zijn 17 unieke factoren herkend die betrekking hebben tot de eigenschappen van een bouwproduct en invloed hebben op de herbruikbaarheid. Mogelijk zijn er meer factoren te bedenken of zijn de factoren anders te organiseren maar de huidige lijst geeft een behoorlijk compleet overzicht. In de onderstaande tabel zijn links de factoren genoemd. De factoren zijn zo omschreven dat het product herbruikbaar is als het 'meer' weg heeft van de omschreven producteigenschap. Daarnaast staat de tegenovergestelde eigenschap genoemd die het product dus minder herbruikbaar maakt. Daarnaast volgt een voorbeeld van een product waarbij de factor heel gunstig uitpakt en een factor waarbij het ongunstig uitpakt. Een marmeren gevelsteen wordt bijvoorbeeld amper beïnvloed door zonlicht terwijl kunststof na een tijd helemaal uit elkaar kan vallen door uv-straling.

| Producteigenschap (positief) | Tegengestelde (negatief) | Omschrijving | Voorbeeld (gunstig) | Voorbeeld (ongunstig) |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------|-------------------------------|
| Uv-bestendigheid | Degeneratief (zonlicht) | De mate waarin een product zijn qualiteiten behoud na blootstelling aan zonlicht | marmeren gevelstenen | kunststof lichtkoepels |
| Waterbestendigheid | Degeneratief (water) | De mate waarin een product zijn qualiteiten behoud na blootstelling aan water | marmeren gevelstenen | karton |
| Vuilbestendigheid | Degeneratief (vuil) | De mate waarin een product zijn qualiteiten behoud na blootstelling aan vuil | marmeren gevelstenen | tapijt |
| Veelzijdigheid | Eenzijdig | De hoeveelheid (verschillende) toepassingen van het product in de huidige markt | 2a3 regelwerk | lichtbak met een bedrijfslogo |
| Uniformiteit | Variabel | De beperktheid in het aantal voorkomende varianten op het product (die invloed hebben op de toepasbaarheid) | stelkonplaten | huiskamerlampen |
| Aanpasbaarheid | Onaanpasbaar | Het gemak om het product aan te passen aan verschillende huidige gebruikseisen | houten balken | toiletputten |
| Eenvoudigheid | Complex | De mate waarin het functioneren van het product onafhankelijk is van verschillende componenten of details | bakstenen | airconditioners |
| Beproefdheid | Veranderlijk | De langdurigheid en mate waarin een product al onveranderlijk wordt toegepast | bakstenen | zonnepanelen |
| Ongereguleerdheid | Gereguleerd | Het aantal gevallen en de mate waarin een product mag worden toegepast zonder aan regelgeving te voldoen | straattegels (30x30) | betonnen liggers |
| Oncontroversieelheid | Controversieel | De gradatie waarin er vertrouwen is dat het nog lang wenselijk is om het product toe te passen | zonnepanelen | asbestplaten |
| Onverkrijgbaarheid | Verkrijgbaar | De mate waarin het product (oud en nieuwe equivalente) verkrijgbaar is | gietijzeren radiatoren | plafondplaten |
| Eenheidswaarde (€/eenheid) | Lage eenheidswaarde | De hoeveelheid waarde van een nieuw equivalent product per eenheid | Luchtbehandelingskast | spijkers |
| Waardedichtheid (€/kg) | Lage waardedichtheid | De hoeveelheid waarde van een nieuw equivalent product per kilogram | circulatiepompen | zand |
| Dichtheid (kg/m ³) | Lage Dichtheid | De hoeveelheid kilogram per bruto kubieke meter bergingsruimte (incl. uitsparingen etc.) | gietijzeren kolommen | EPS isolatieplaten |
| CO ₂ -intensiteit | lage CO ₂ -intensiteit | de hoeveelheid CO ₂ die wordt uitgestoot bij de productie van het nieuw-equivalente product plus de hoeveelheid die vrijkomt bij weggooien | Aluminium gevelelement | zand |
| Robuustheid | Kwetsbaar | De bestendigheid van het product tegen schade bij handmatige of machinale handelingen | straatklinkers | glas in loodramen |
| Hanteerbaarheid (handmatig) | Onhanteerbaar | De gemakelijkheid van handmatige verplaatsingen (van grote hoeveelheden) van het product | stapelstoel | stelkonplaten |
| Hanteerbaarheid (machinaal) | Onhanteerbaar | De gemakelijkheid van de machinale verplaatsingen (van grote hoeveelheden) van het product | stelkonplaten | wenteltrap |

afbeelding 22 productfactoren voor herbruikbaarheid

De bovengenoemde factoren maken hergebruikt goedkoper. Bijvoorbeeld: hoe robuuster een product → hoe minder kans op schade → hoe groter de kans dat hergebruik lukt. Daarnaast zijn er echter ook factoren die reguliere sloop duurder maken. Zie afbeelding 23. Aangezien slopers hergebruik vergelijken met reguliere sloop, wordt de kans op hergebruik groter als reguliere sloop duurder wordt. In het onderstaande overzicht is dit te zien.

| Afval eigenschappen (positief) | Tegengestelde (negatief) | omschrijving | Voorbeeld (gunstig) | Voorbeeld (ongunstig) |
|--------------------------------|---------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| benodigde voorzichtigheid | onvoorzichtig mag | de mate waarin er geweld gebruikt kan worden met in achtname van de veiligheid en schade aan omgeving | glazen binnenwanden | bakstenen muur |
| Onmengbaarheid | mengbaar | de mate waarin een product ingemengd mag worden met puin (de voornaamste stroom) | tapijt | toiletput |
| Onsorteerbaarheid | sorteerbaar | de mate waar een product los van andere producten machinaal verwijderd kan worden | plafondplaten | brandtrap |
| Waardeloosheid (als materiaal) | waardevol (als materiaal) | de waarde van het materiaal in een product afgezien van de product kwaliteit | PIR isolatie | kopere leidingen |

afbeelding 23 producteigenschappen die reguliere sloop tegenwerken

6.3 Ontwerpfactoren

Net als bij de productfactoren, is er een lijst met factoren opgesteld die betrekking hebben tot het ontwerp van een heel gebouw en invloed hebben op de herbruikbaarheid. Er zijn 12 unieke factoren geïdentificeerd. Die zijn weergegeven in afbeelding 16.

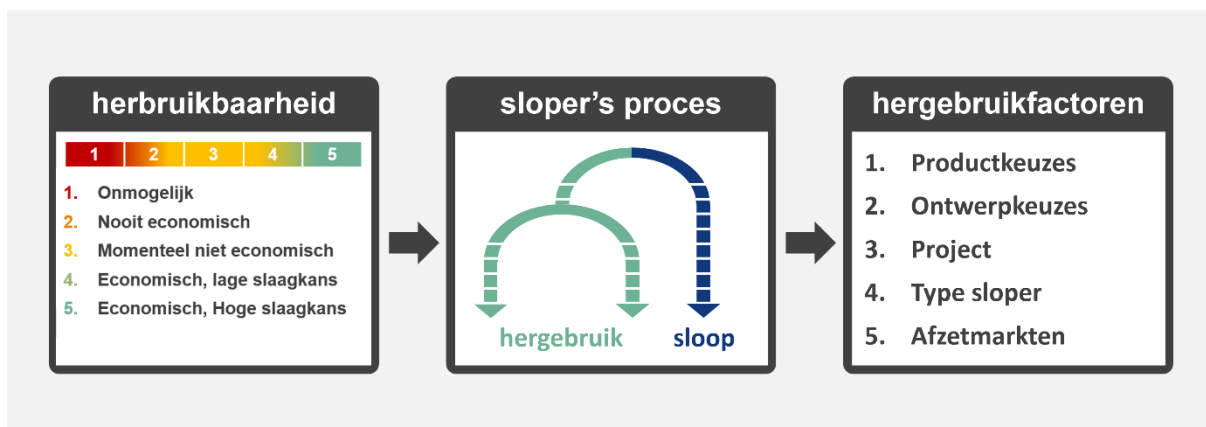
| Ontwerpeigenschap (positief) | Tegengestelde (negatief) | Omschrijving | Voorbeeld (gunstig) | Voorbeeld (ongunstig) |
|--------------------------------|--------------------------|--|----------------------|----------------------------|
| Bereikbaarheid (handmatig) | Onbereikbaar (handmatig) | Het gemak waarmee het product na handmatige demontage uit het gebouw verplaatst kan worden | Voordeur | Leiding in kruipruimte |
| Bereikbaarheid (machinaal) | Onbereikbaar (machinaal) | Het gemak waarmee het product na machinale demontage uit het gebouw verplaatst kan worden | Schutting | Gevelpaneel 12e verdieping |
| Onomsloten | Omsloten | De mate waarin een product gepakt kan worden zonder dat daarvoor obstakels uit de weg geruimd hoeven te worden | Bureaustoel | Wapeningsstaal |
| Inzichtelijkheid | Oninachtelijk | Het gemak waarmee de aanwezigheid van het product bij de inventarisatie wordt opgemerkt en kan worden begrepen | Klinker | Kluis |
| Beschermdeheid (zonlicht) | Bloodgesteld (zonlicht) | De mate waarin een product is afgeschermd van zonlicht | Kruipruimte isolatie | Gevelpaneel |
| Beschermdeheid (water) | Bloodgesteld (water) | De mate waarin een product is afgeschermd van water (of vocht) | Licht armatuur | Dakpan |
| Beschermdeheid (vuil) | Bloodgesteld (vuil) | De mate waarin een product is afgeschermd van vuil | Rookalarm | Mestroosters |
| Ontzien (gebruik) | Belast (gebruik) | De mate waarin een product wordt ontzien van belastingspatronen en/of wrijving tegen het oppervlak | Leiding in spouwmuur | Tapijt |
| Constructieve onbelangrijkheid | Constructief belangrijk | De mate waarin de veiligheid binnen en rondom het pand gewaarborgd is tijdens het weghalen van het product | Bureaustoel | Dragend gevelement |
| Losmaakbaarheid | Verbonden | Het gemak waarmee een product losgehaald kan worden van de rest van de constructie | Meubelstuk | Wapeningsstaal |
| Onvervormdeheid | Vervormd | de mate waarin een product dezelfde vorm heeft behouden tijdens/na bevestiging | toiletpot | Hoekstuk tapijttegel |
| Onbewerktheid | Bewerkt | De mate waarin een product tijdens bevestiging ontzien is van toevoegingen en bewerkingen aan het oppervlak en het materiaal | Bitumen dakleer | Straatklinker |

afbeelding 24 ontwerpfactoren van herbruikbaarheid

6.4 Methode (voorbeeld = binnenwanden)

De hergebruikfactoren uit paragraaf 6.2 en 6.3 zijn dingen waar een productontwikkelaar of architect invloed op heeft om een de kans op hergebruik te vergroten. In principe zijn dit gewoon tips van slopers die op zich nuttig zijn om te overwegen. In dit document gaan we een stap verder. Er is een methode ontwikkeld om per productgroep vast te stellen hoe zwaar de verschillende factoren wegen en hoe specifieke producten scoren per factor. Op basis daarvan kan gericht worden gekeken waar ruimte zit voor verbetering. Die methode wordt in deze paragraaf gedemonstreerd.

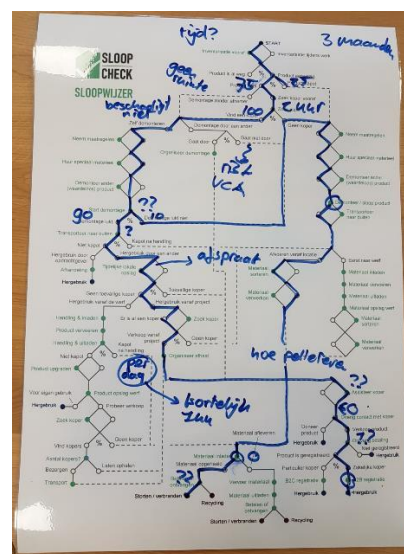
Gesprekken met slopers. Om erachter te komen welke product- en ontwerpeigenschappen herbruikbaarheid van een specifiek product belemmeren, is het framework uit hoofdstuk 4 (afbeelding 5) tijdens het onderzoek omgedraaid: op basis van de herbruikbaarheid die een sloper toekent aan een product, wordt verder gesproken over hoe zijn proces er precies uitziet. Vervolgens worden de relevante hergebruikfactoren van een product op basis daarvan in kaart gebracht.



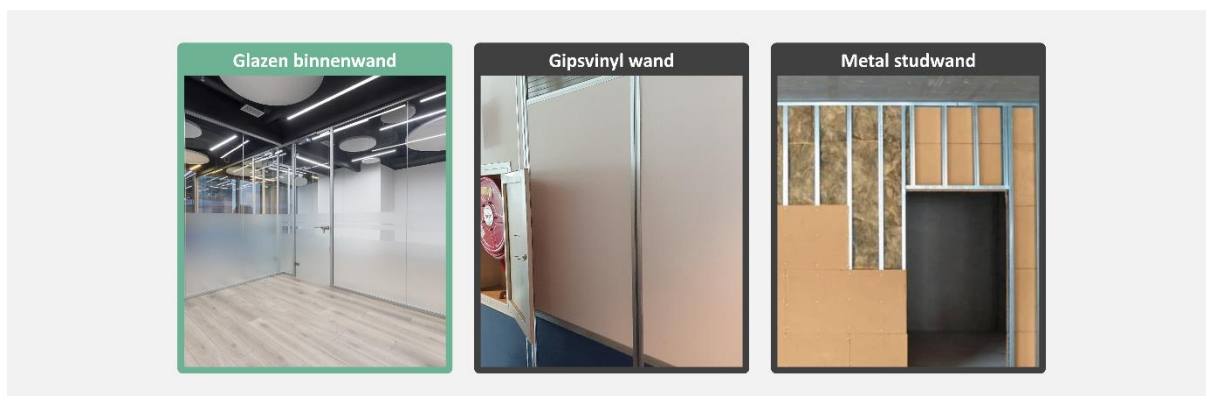
afbeelding 25 omgekeerde logica tijdens gesprekken met slopers

Concreet vertaalt dit zich naar de volgende interviewtechniek:

- Er wordt een sloopproduct en gebouw omschreven in een scenario met een scenario zonder andere obstakels voor hergebruik. Op basis daarvan wordt aan slopers gevraagd hoe herbruikbaar een product is op basis van de herbruikbaarheidsschaal.
- Vervolgens wordt het proces besproken dat slopers bij reguliere sloop en hergebruik doorlopen. Zie de tool hier rechts: een onderlegger van de sloopwijzer met stift.
- Bij de meest impactvolle processtappen wordt doorgevraagd om beter te snappen waar de obstakels zitten. Dit is het moment waarop slopers uitleggen welke product- en ontwerpeigenschappen hergebruik belemmeren (of soms juist bevorderen).



Voorbeeld: demontabele binnenwanden. Op basis van de gesprekken wordt per productgroep bepaald hoe relevant verschillende product-en ontwerpfactoren zijn voor herbruikbaarheid. Dat is een checklist voor ontwerpers van nieuwe producten. De manier waarop die checklist tot stand komt wordt gedemonstreerd aan de hand van de productgroep demontabele binnenwanden.



afbeelding 26 voorbeelden van niet-dragende binnenwanden

Het resultaat van de oefening is dus een checklist voor ontwerpers om de herbruikbaarheid van hun product of ontwerp te testen en te zien waar ruimte voor verbetering zit. Dit volgt aan het einde van de paragraaf. Om daar te komen worden er een aantal analytische stappen doorlopen.

- 1) Herbruikbaarheidsscore
- 2) De invloed van processtappen
- 3) De impact van verschillende hergebruikfactoren
- 4) De overeenkomst met vergelijkbare producten
- 5) Scorekaart voor herbruikbaarheid.

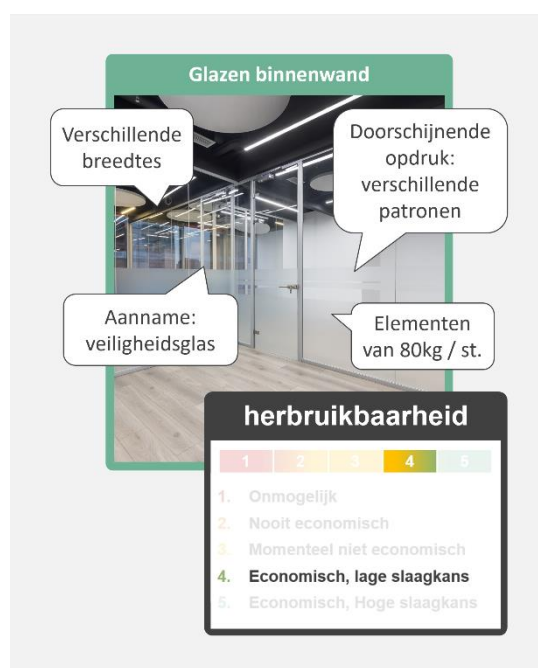
Voor stappen 1 tot en met 4 wordt alleen gekeken naar de glazen binnenwand (groen in afbeelding 26). De andere twee binnenwanden komen bij stap 5 aan bod.

1) Herbruikbaarheidsscore. Het product en het ontwerp worden goed aan de sloper toegelicht en de omstandigheden (zoals hoeveelheden, hoeveelheid tijd, etc.) worden gedefinieerd zodat slopers daar geen aannames over doen. Op basis van de beschrijving vertelt de sloper dat hij hergebruik in veel gevallen wel zou proberen maar dat er een flinke kans is dat het niet lukt. Op basis van het framework uit paragraaf 4.3 betekent dat een herbruikbaarheidsscore van 4. Dat houdt in dat de kosten voor het hergebruikproces in veel gevallen toch hoger zijn dan de kosten voor normale sloop:

Hergebruikopbrengst – hergebruikkosten

<

- sloopkosten – afvalkosten

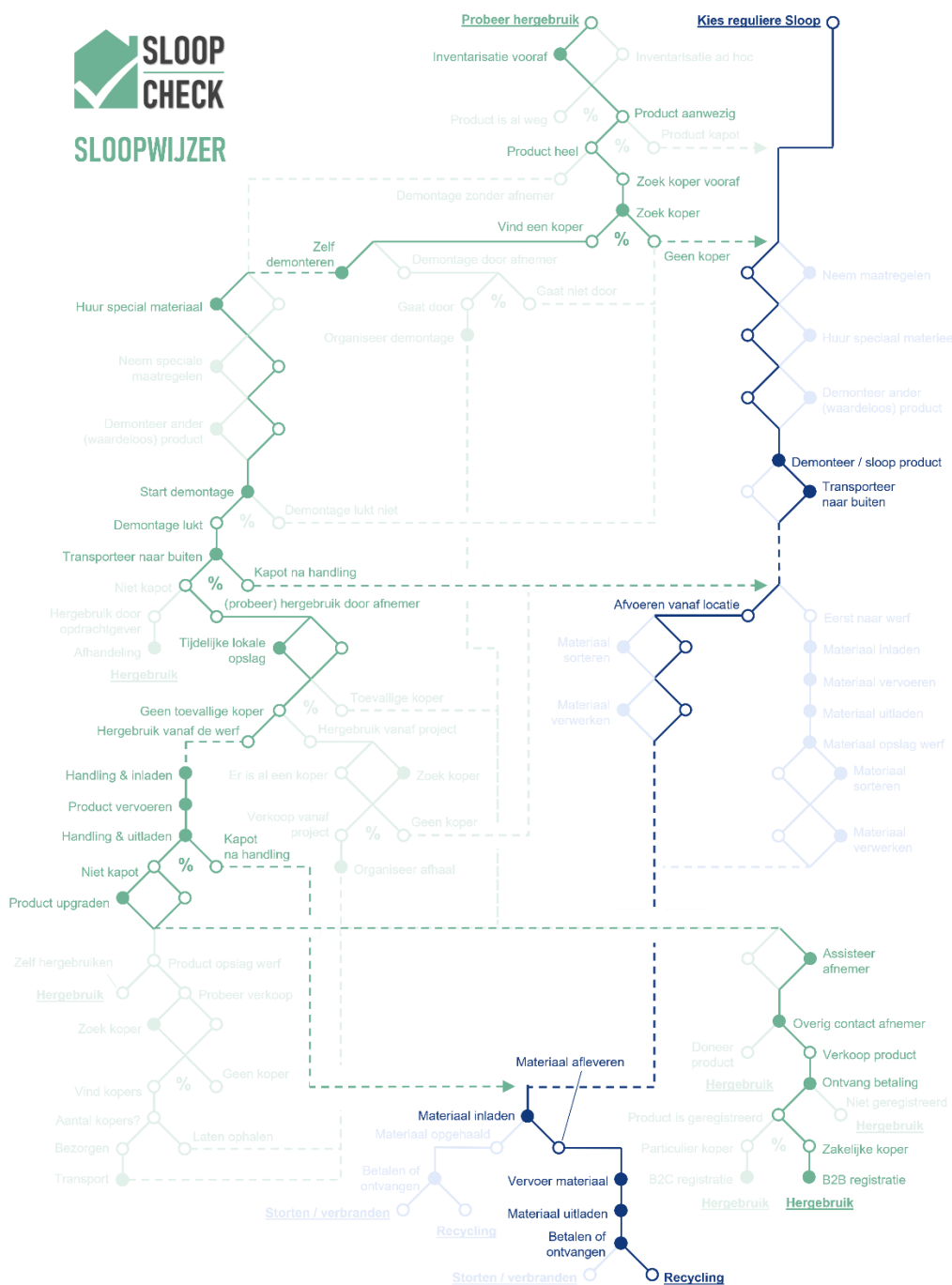


Dit sommetje kan als volgt worden omgeschreven:

Hergebruikkosten > hergebruikopbrengst + sloopkosten + afvalkosten

In dit geval zijn de kosten voor het hergebruikproces hoger dan alle onderdelen aan de rechterkant van de vergelijking bij elkaar. Deze verhouding wordt gebruikt bij stap 2 om te bepalen hoe zwaar de stappen uit het hergebruikproces wegen ten opzichte van de hergebruikopbrengst, sloopkosten en afvalkosten.

2) De invloed van processtappen. Het voorbeeldproduct kan makkelijk gedemonteerd worden en meestal met de lift naar beneden worden gebracht. Er zijn handelaren die het product met speciaal transport kunnen ophalen op de slooplocatie en verwerken voordat het wordt doorverkocht. De relevante stappen voor het sloopproces en het hergebruikproces zijn weergegeven in afbeelding 27:



afbeelding 27 relevante stappen voor het hergebruik van glazen systeemwanden

Met slopers is besproken welke stappen in het hergebruikproces de grootste invloed hebben op de kosten. Onder anderen het vinden van een koper blijkt voor deze specifieke elementen een uitdagingen te zijn en ook inventariseren en handling worden genoemd als uitgebreide stappen. Demontage valt bij dit product juist mee. Een voordeel is dat ook bij reguliere sloop het product zonder te breken naar beneden gebracht moet worden omdat niemand op gebroken glas zit te wachten. Een nadeel is dat gesloopt glas ongeveer gratis kan worden afgevoerd.

Het is niet haalbaar om in gesprekken met slopers exact alle kosten in kaart te brengen. Daarom is een systeem bedacht waarbij punten over alle processtappen worden verdeeld naar rato van hoeveel ze de kosten beïnvloeden. Aan de kostenposten uit het hergebruikproces worden standaard -24 punten toegekend – Die punten zijn negatief omdat ze hergebruik tegenwerken. Er worden positieve punten verdeeld onder de sloopkosten, de verkoopopbrengst en de afvalkosten – die hebben een positief effect. Het aantal positieve punten hangt af van de hergebruikscore: 18 punten in dit geval vanwege de score van 4. Hoe beter herbruikbaar, hoe meer positieve punten: 24 punten voor een score van 5 en 12, 6 en 3 punten voor scores van 3, 2 en 1 respectievelijk.

| | | |
|------------------|--------------------------------------|----|
| hergebruikproces | € Inventarisatie vooraf () | -3 |
| | € zoek een koper vooraf | -1 |
| | % Vind een koper | -7 |
| | € organiseer demontage | -2 |
| | € Start demontage | -2 |
| | € transporteer naar buiten | -4 |
| | % Product is heel | -1 |
| | € handling & laden / lossen | -2 |
| | € product vervoeren | -2 |
| | € sloop / demonteer product | 3 |
| sloop | € transporteer afval naar buiten () | 5 |
| | € afval verwerken () | 1 |
| | € afval vervoeren | 2 |
| | € hergebruikopbrengst | 7 |
| | € afvalkosten | 0 |

3) De impact van verschillende hergebruikfactoren. Er is discussie gevoerd met slopers over de meest inactieve stappen in het proces om erachter te komen wat de redenen zijn dat bepaalde stappen een obstakel vormen voor hergebruik of juist niet. Deze opmerkingen zijn hieronder weergegeven. Die hebben vooral te maken met handling, mogelijke schade en vraag vanuit te markt.



afbeelding 28 slopers over glazen binnenwanden

De opmerkingen van de slopers zijn vertaald naar de hergebruikfactoren uit hoofdstuk 6. Per processtap is gekeken in hoeverre deze wordt veroorzaakt door verschillende factoren. Zie de tabel in afbeelding 29. Per rij wordt er 1 punt verdeeld over verschillende kolommen met hergebruikfactoren. Per kolom worden de punten vermenigvuldigd door de impact van processtappen en bij elkaar opgeteld om te komen tot een weegfactor voor elke hergebruikfactor – die zijn te zien in de derde rij van boven. Het komt duidelijk naar voren dat sommige factoren een positieve weegfactor krijgen en anderen een negatieve weegfactor vanwege de puntenverdeling uit stap 2. Het zijn de hergebruikfactoren met een negatieve score waar ruimte voor verbetering zit.

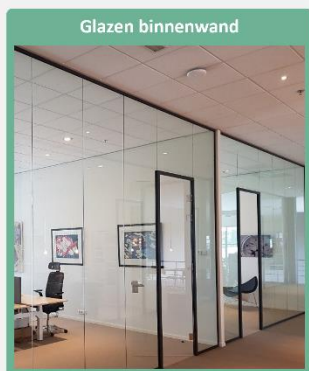
| | | toelichting | productfactoren | | | | ontwerpfactoren | | | | sloopfactoren | | | overig | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-------------|--|----------------|--------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------|-----------------|----------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|-----|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|-----|-----|--|
| | Impact van processtap | | Uniformiteit | Aanpasbaarheid | Beproeftheid | Waardedichtheid (€/kg) | Robuustheid | Hanteerbaarheid (handmatig) | Bereikbaarheid (handmatig) | Onomsloten | Inzichtigheid | Losmaakbaarheid | Onvervormdheid | Benodigde handzaamheid | Onsorteerbaarheid (machinaal) | Materiaaldichtheid (kg/m3) | Verwerkingskosten (materiaal) | Marktfactoren | Sloperfactoren | Projectfactoren | | | | | | | | | | | | | |
| | x | invloed: | -3 | -4 | -4 | 7 | -3 | -2 | 3 | 0 | 0 | -1 | 0 | 6 | 1 | 2 | 0 | -1 | -2 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| hergebruikproces | € Inventarisatie vooraf () | -3 | kijken wat voor glas, hoe vast, afmeting - verschillende maten | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.9 | | | | | | | | | | | | | |
| | € zoek een koper vooraf | -1 | er zijn veel handelaren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | |
| | % Vind een koper | -7 | afmetingen, en het soort glas (zonder bedrukking) moet goed zijn | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| | € organiseer demontage | -2 | sloper moet werkwijze met afnemer overleggen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | |
| | € Start demontage | -2 | het kliksysteem maakt het heel makkelijk | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | |
| | € transporteer naar buiten | -4 | moet in de lift passen - ander via raam | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Product is heel | -1 | glas is breekbaar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € handling & laden / lossen | -2 | voorzichtig vanwege breekbaarheid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € product vervoeren | -2 | relatief weinig gewicht vanwege speciaal transport, wel waarde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € sloop / demonteer product | 3 | bij normale sloop moet ook gedemonteerd worden | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| sloop | € transporteer afval naar buiten () | 5 | veel tijd voor weinig opbrengst om het beneden te krijgen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € afval verwerken () | 1 | gewoon in de container gooien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € afval vervoeren | 2 | een glas container heeft een hoge dichtheid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | € hergebruikopbrengst | 7 | nieuw is het vrij duur | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| € afvalkosten | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

afbeelding 29 matrix om te komen tot weegfactoren voor hergebruikfactoren

Hieronder worden de hergebruikfactoren toegelicht waarbij ruimte voor verbetering is voor de specifieke glazen binnenwanden uit het voorbeeld.

- **Aanpasbaarheid.** Hier scoort het product heel slecht op: veiligheidsglas kan niet op maat gesneden worden. Doordat er van dit product vaak specifieke maten worden gebruikt is daar wel behoefte aan. Bij [gelaagd glas](#) kan dit wel. Dat is dus een concrete verbetering! Ook wordt de aanpasbaarheid beter zonder de ondoorzichtige laag. Die kost veel moeite om weg te halen als de volgende klant dit niet wil.
- **Beproeftheid.** Dit heeft ook betrekking tot de ondoorzichtige laag. Dit verandert met de mode. Ook hier is het weglaten van de folie beter: dat kan later altijd nog worden toegevoegd en zonder de folie kan de wand zelfs voor iets heel anders gebruikt worden.
- **Robuustheid.** wordt handling en transport een stuk lastiger omdat men voorzichtig moet doen. Naar buiten transporteren kost ook bij reguliere sloop meer moeite om deze reden maar voor alle andere stappen zoals transport is het vooral een nadeel voor hergebruik. Je kunt ze bijvoorbeeld niet zomaar opstapelen. Het eerder genoemde gelaagde glas zou al beter zijn. Wellicht is plexiglas ook mogelijk?
- **Uniformiteit.** Op de afbeelding is te zien dat de panelen een andere breedte hebben en dat ook de opdruk verschilt. Het is moeilijker om afnemers te vinden voor verschillende panelen en het kost meer werk om dit tijdens de inventarisatie in kaart te brengen. Het zou beter zijn als de bedrukking overal hetzelfde is en zoveel mogelijk dezelfde breedtes te gebruiken.
- **Hanteerbaarheid.** Het lukt een sloper prima om de 80kg zware panelen rond te rijden op een karretje en op te laden met een takel maar als de panelen 3 keer zo licht zijn kan het gewoon met de hand en dat is makkelijker. Dit is mogelijk door de panelen 3 keer zo smal te maken.

Op basis van de analyse, kan een verbeterde versie van de systeemwand worden voorgesteld. Zie afbeelding 31:



- Smalle panelen → draagbaar met de hand
- Allemaal dezelfde breedte → sneller inventariseren en makkelijker een koper vinden
- Geen bedrukking → makkelijker een koper te vinden, eventueel door later (demontabele) bedrukking toe te voegen
- Minder breekbaar materiaal (zoals gelaagd glas of zelfs plexiglas?) → makkelijker handling zonder schade
- Materiaal dat op maat gesneden kan worden (zoals gelaagd glas) → mogelijk aan te passen aan nieuwe gebruiker

afbeelding 30 verbeterde versie van de systeemwand.

4) De overeenkomst met vergelijkbare producten. De hergebruikfactoren uit stap 3 die het zwaarst wegen, zijn het belangrijkst om op te letten voor glazen systeemwanden. Echter zijn die weegfactoren uniek voor dit product. Metal studwanden hebben weer andere punten om op te letten. Die punten zijn met dezelfde methode in kaart te brengen maar dat betekent wel dat er input van slopers nodig is. Het wordt een uitdaging als je inzicht wilt in de herbruikbaarheid van een volledig nieuwe binnenwand. Uit interviews met slopers is namelijk gebleken dat slopers minder makkelijk uitspraken kunnen doen over producten waar ze geen ervaring mee hebben. Daarvoor is een oplossing bedacht: Bepaal de relevante hergebruikfactoren voor verschillende soorten systeemwanden en voeg deze samen om een benadering te krijgen voor de factoren die belangrijk zijn voor andere systeemwanden die onbekend zijn bij slopers. Hieronder staan in groen de weegfactoren voor drie soorten systeemwanden: veiligheidsglas, metalstud en gips-vinyl. Zie dat losmaakbaarheid voor glazen binnenwanden bijvoorbeeld niet zo belangrijk is maar voor metalstudwanden wel. Die factor was anders over het hoofd gezien.

| | Uv-bestendigheid | Waterbestendigheid | Vuilbestendigheid | Veezijdigheid | Uniformiteit | Aanpasbaarheid | Eenvoudigheid | Beproefdhed | Ongereguleerdheid | Oncontroleerbaarheid | Onverkrigbaarheid | Eenhedswaarde (€/eenheid) | Waardedichtheid (€/kg) | Productdichtheid (kg/m3) | CO2-intensiteit | Robuustheid | Hanteerbaarheid (handmatig) | Hanteerbaarheid (machinaal) | Bereikbaarheid (handmatig) | Bereikbaarheid (machinaal) | Onomsloten | Inzichteeljkheid | Beschermdheid (zonlicht) | Beschermdheid (water) | Beschermdheid (vuil) | Ontzien (gebruik) | Constructieve onbelangrijkheid | Losmaakbaarheid | Onvervormdheid | Onbewerktheid | Benodigde handzaamheid | Onmengbaarheid | Onsorteerbaarheid (machinaal) | Materiaaldichtheid (kg/m3) | Verwerkingskosten (materiaal) | |
|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|-------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|
| productscore: | | | | | 3 | 1 | | 3 | | | | 3 | 7 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| weegfactor: | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -4 | -0 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 1 | 2 | 0 |

afbeelding 31 scores glazen binnenwanden

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| Productscore: | | | | | | | 2 | | | | | 2 | 2 | 0 | 2 | | | | | | | 3 | 2 | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| weegfactor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | -2 | 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5 | -5 | -4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

afbeelding 32 scores voor metalstud wanden

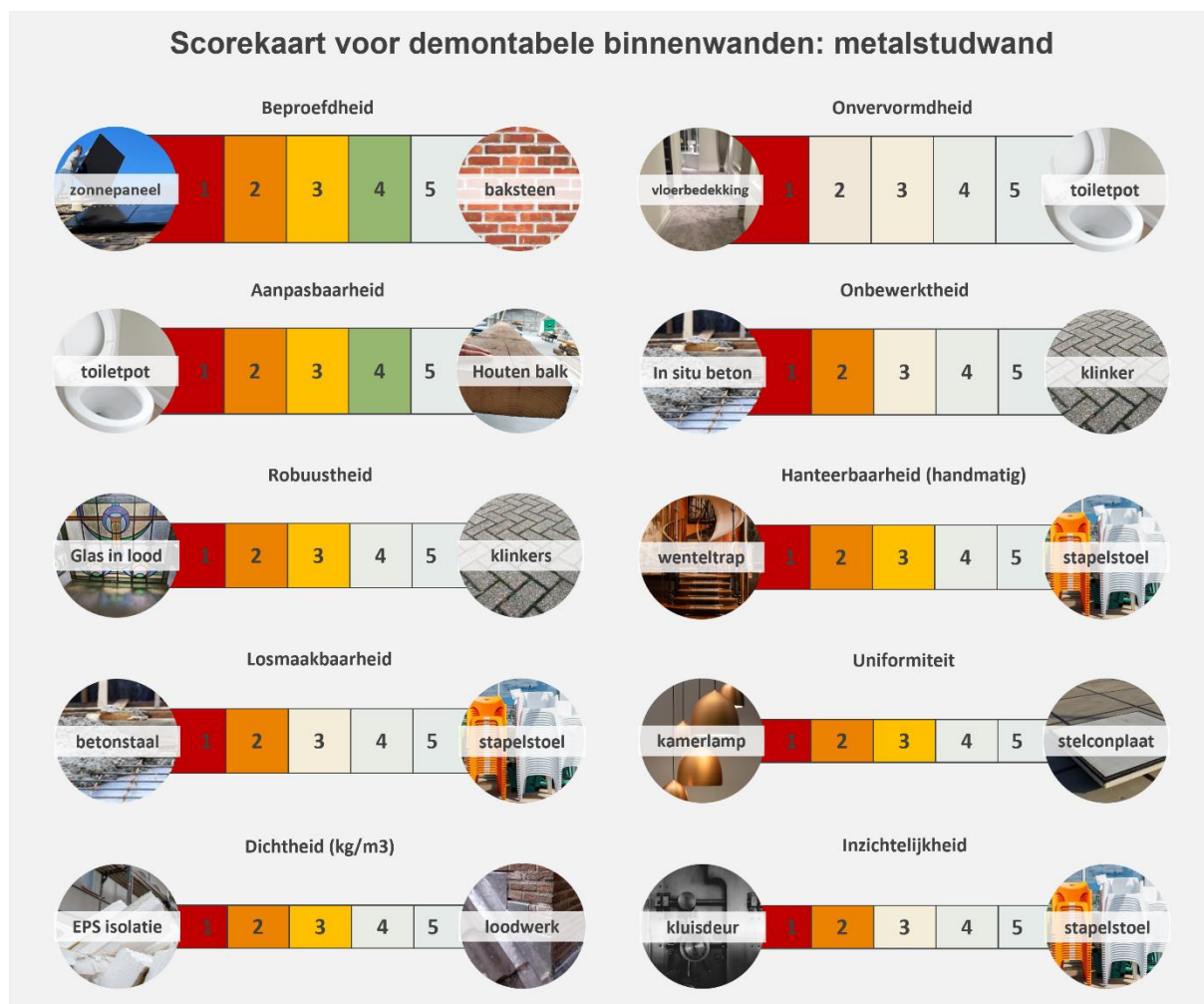
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productscore: | | | | | 3 | | | 2 | | | | | | | | 3 | 3 | | | | | 2 | | | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | 4 | |
| Weegfactor: | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | 0 | 0 | -8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |

afbeelding 33 scores gips-vinyl wanden

Er is gezocht naar een manier om te komen tot een verdeelsleutel die leidt tot de beste representatie van de hele groep. Het was moeilijk om een wetenschappelijke onderbouwing te vinden hiervoor dus er zijn meerdere verdeelsleutels geprobeerd en voorgelegd aan experts om te zien wat het beste overeenkomt met de praktijk. Hieruit komt de volgende methodiek:

- Vermenigvuldig per product elke weegfactor met de score van het product. Er wordt per hergebruikfactor een score van 1 tot 5 toegekend aan het product in kwestie. Zie de middelste rij in de bovenstaande afbeeldingen. Bij glazen wanden telt losmaakbaarheid bijna niet mee maar krijgt het juist een hoge score. Bij metalstud wanden is het juist andersom. Door te vermenigvuldigen wordt deze negatieve correlatie gecompenseerd.
- Tel de verkregen waarden van verschillende producten bij elkaar op en deel ze door de som van de scores van de verschillende producten. Op die manier krijg je waarden die representatief zijn voor het gemiddelde van de verschillende producten in de productgroep. In afbeelding 29 zijn deze waarden samengevat in een scorekaart. Deze is als voorbeeld ingevuld op basis van metalstudwanden.

5) **Scorekaart voor herbruikbaarheid.** Dat is het eindresultaat van de oefening. Zie afbeelding 35:



afbeelding 34 scorekaart voor demontabele binnenwanden, metalstudwand

In de afbeelding is de “scorekaart” weergegeven voor producten binnen de categorie “systeemwanden”. Deze is opgesteld aan de hand van stappen 1 tot 4. De scorekaart is als voorbeeld ingevuld voor metalstud wanden. De hergebruikfactoren zijn opgesomd van belangrijk naar minder belangrijk. Hoe zwaar een hergebruikfactor bijdraagt aan de herbruikbaarheid van een product is te zien aan de dikte van de gekleurde balken: hoe dikker, hoe belangrijker. In de gekleurde balken wordt telkens een score van 1 tot 5 weergegeven. 1 betekent dat het product slecht scoort en 5 juist goed. Om de scorekaart intuïtief in te kunnen vullen zijn links en rechts van elke schaal voorbeeldproducten weergegeven die de extremen vertegenwoordigen. Een stapelstoel is bijvoorbeeld heel hanteerbaar met de hand en een wenteltrap niet. Een gedemonteerde metalstudwand bestaat onder anderen uit gipsplaten die qua hanteerbaarheid ergens tussenin hangen.

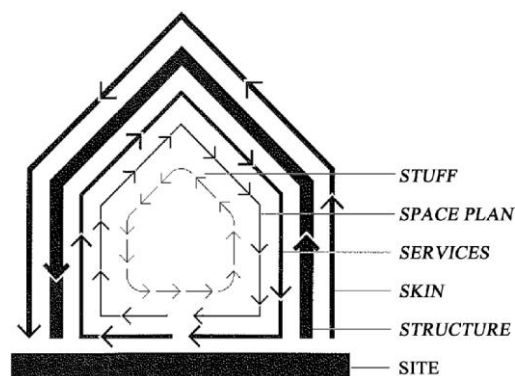
Aan de ingevulde scorekaart is te zien hoe het product scoort op verschillende vlakken en waar ruimte voor verbetering zit. Zonder achtergrondkennis zou je concluderen dat onvervormdheid het grootste obstakel voor hergebruik is bij metalstudwanden: Die factor weegt zwaar mee en het product scoort heel slecht. Deze slechte score komt doordat de gipsplaten, isolatie en metal studs waar de wand uit bestaat allemaal op maat zijn gemaakt waardoor het slecht te hergebruiken is. Het is aan de ontwerper om dit inzicht te interpreteren en een oplossing te bedenken.

6.5 Productgroepen

De methode uit paragraaf 6.4 vormt de basis voor hoofdstuk 7, 8 en 9. Daar zullen scorekaarten getoond worden voor verschillende productgroepen met daarbij concrete tips voor ontwerpers. Daarvoor wordt een hoop input van slopers gebruikt. Ieder hoofdstuk heeft betrekking tot een systeemlaag van gebouwen.

Een handig framework om de elementen in een gebouw te rangschikken is het model genaamd Shearing layers of Brand (Brand, S. 1994). Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen 6 onderdelen in een gebouw die een andere cyclus van vernieuwing ondergaan:

- **Stuff** (meubels) verandert elke 0 tot 5 jaar
- **Space plan** (bijv binnenwand) – 5 tot 15 jaar
- **Services** (installaties) – 15 tot 25 jaar
- **Skin** (facade) – 25 tot 50 jaar
- **Structure** (constructie) – 50 tot 100 jaar
- **Site** (grond) blijft altijd bestaan



De geschatte levensduur verschilt erg per bron. Hier links genoemde tijden zijn afkomstig uit [deze bron](#).

Hoe vaker een product moet worden vervangen, hoe sneller het loont om het te ontwerpen met toekomstig hergebruik in gedachten. Echter zijn het vaak de meer permanente delen van een gebouw zoals de facade en de constructie, die het grootste deel van het materiaal in een gebouw beslaan. Verschillende delen van een constructie zijn om verschillende redenen dus relevant. Hoofdstuk 7 gaat over facades, hoofdstuk 8 over constructiedelen en hoofdstuk 9 over losse items.

Hoofdstuk 7: De herbruikbaarheid van gevels

Samengevat:

Er is gekeken naar gevelopeningen, betonnen gevelelementen en gevels van woningen. Hier komen tips uit voor herbruikbaarheid die van toepassing zijn voor al deze productgroepen:

Zorg dat gevelelementen makkelijk van binnenuit los te maken zijn zonder dat een deel van de constructie omvalt. Zorg er ook voor dat de bevestigingspunten makkelijk vindbaar en bereikbaar zijn.

Zorg dat grote elementen makkelijk in één keer kunnen worden afgehesen maar dat ze op de grond eventueel uit elkaar gehaald kunnen worden om onderdelen los te hergebruiken. Hierbij is het belangrijk dat de losse onderdelen makkelijk los kunnen en bruikbare afmetingen hebben.


Verder loont het om standaard afmetingen zonder veel variatie toe te passen en een materiaal te gebruiken dat op maat gemaakt kan worden en niet te zwaar is.

7 Herbruikbaarheid van gevels

In dit hoofdstuk wordt de herbruikbaarheid van producten geanalyseerd uit de de categorie facades. Er wordt ingezoomd op 3 productgroepen: gevelopeningen, betonnen gevelelementen en gevels in de woningbouw. Telkens wordt eerst uitgelegd wat de belangrijkste obstakels zijn voor hergebruik en daarna worden per productgroep potentiële oplossingen verkend.

7.1 Gevelopeningen

Er is gekeken naar twee veel gebruikte kozijnen: hardhouten kozijnen en kunststof kozijnen. In de [vierde editie](#) van de blog over slooplessen is al in grove lijnen ingegaan op meranti raamkozijnen. Hieronder een samenvatting van de belangrijkste hergebruikfactoren voor beide producten:




Meranti kozijn

2 3

Allebei:

- **Breekbaar.** (niet robuust) Er is best wat bruto geweld nodig om het kozijn los te krijgen. Hierdoor kan glas breken. Ook bij o.a. transport
- **Niet uniform.** Omdat er veel variatie is in maat en uitvoering is het moeilijker om een afnemer te vinden voor specifieke kozijnen.
- **Moeilijk hanteerbaar.** Demontage moet deels met de hand terwijl veel kozijnen veel te zwaar zijn om met de hand te tillen. Er is dus een kraan en een handsloper nodig. Daarnaast is er geen toegewijde hijslus.
- **Gereguleerd en gevoelig voor vernieuwing.** Afgelopen decenia zijn isolatie-eisen steeds strenger geworden. Hierdoor voldoen oude kozijnen niet meer aan de standaard (wettelijk en wenselijk). Afnemers zoeken is dus lastig.
- **Omsloten.** Vaak moeten er allerlei timmerwerk (en in sommige gevallen spouwblad) worden verwijderd om een kozijn te demonteren.



Kunststof kozijn

2

Hardhout:

- **Onlosmaakbaar.** Houten kozijnen (vooral oude) zitten vaak met ankers in de muur. Soms zit het kozijn ook vastgelijmd aan het stelkozijn

Kunststof:

- **Gevoelig voor Uv-straling.** Oude kunststof kozijnen kunnen bros zijn vanwege langdurige blootstelling aan de zon.

afbeelding 35 obstakels voor het hergebruiken van kozijnen

De hierboven genoemde obstakels zijn als input gebruikt om een scorekaart te maken voor kozijnen aan de hand van de methode uit [paragraaf 6.4](#). In afbeelding 37 is deze scorekaart ingevuld voor hardhouten kozijnen. Het valt op dat het product (zoals hierboven omschreven) veel ruimte overlaat voor verbetering. Tips voor een herbruikbaarere kozijn worden onder afbeelding 30 gegeven.



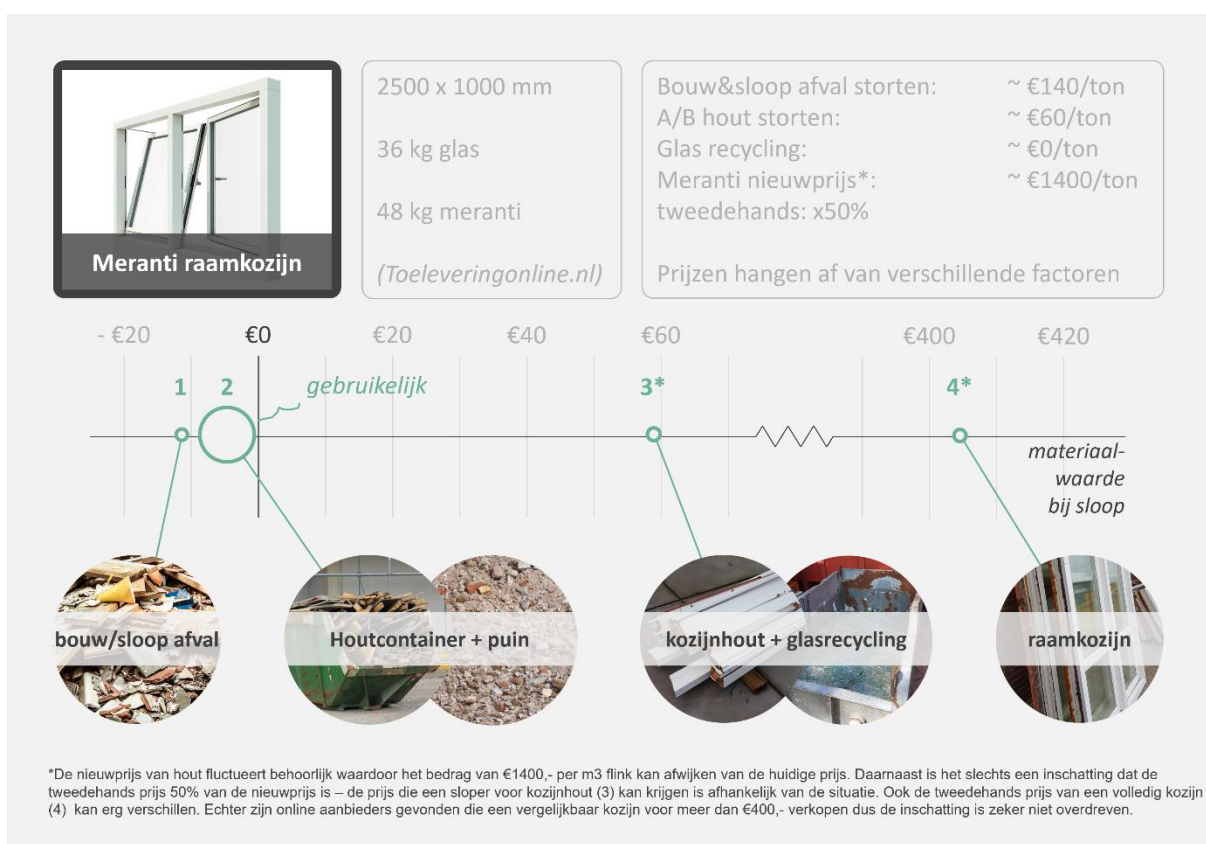
afbeelding 36 scorekaart voor hardhouten kozijnen

- Pas hardhout toe. Onbehandeld naaldhout rot snel en kunststof gaat ook niet eeuwig mee door uv-licht. Hardhout kan heel lang mee en is na demontage dus nog goed voor gebruik.
- Losmaakbaar van binnenuit. Als het kozijn van binnenuit los kan, is er geen hoogwerker nodig voor de handsloper. Zorg er ook voor dat de bevestiging makkelijk bereikbaar is.
- Kliksysteem. In de [5^e blog](#) uit de reeks “lessen van slopers” wordt stilgestaan bij een uitvinding van Van der Vin Ramen en Kozijnen. Bij dat systeem is er geen lijn nodig om kozijnen te verbinden aan een stelkozijn – daar is een kliksysteem voor.
- Kleine ramen. Ramen worden tijdens demontage verwijderd zodat er een lus ontstaat waaraan het kozijn eruit gehesen kan worden. dit is een stuk makkelijker als deze delen niet te zwaar en onhanteerbaar zijn voor één man. Kleinere ramen breken ook minder snel
- Vervangbaar glas. Het glas is de bottleneck van het raam. Als het breekt, verliest het hele raam zijn waarde en nieuwe innovaties op het gebied van glas zorgen er (in ieder geval de afgelopen decennia) voor dat glas vaak überhaupt niet meer voldoet aan isolatie eisen – vervangen is dan sowieso wenselijk. Zie afbeelding 38.
- Losse kozijnstijlen. Een nadeel van kozijnen is dat ze specifieke afmetingen kunnen hebben. het voordeel van hout is wel dat het op maat gemaakt kan worden. Als de stijlen los kunnen van elkaar kunnen ze opnieuw een kozijn worden. Zie afbeelding 31.



afbeelding 37 een demontabel kozijn

Het lijken kleine aanpassingen maar deze kunnen leiden tot een groot verschil in restwaarde. Wat een kozijn waard is na sloop hangt namelijk erg af van de staat waarin het vrijkomt. Er zit een groot verschil tussen de prijs van afvalhout (kost meestal geld om te storten), de materiaalprijs en de prijs van het product. Zie afbeelding 39.

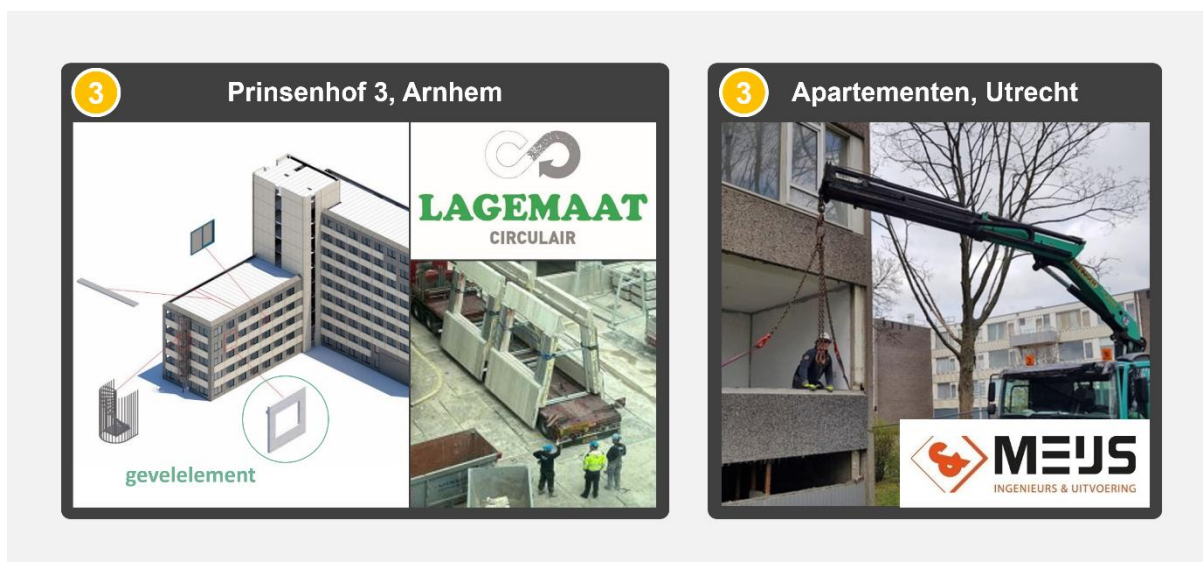


afbeelding 38 prijsverschillen bij verwerkingsmethodes van kozijnen

7.2 Gevelementen

Eerst kijken we uitgebreid naar verschillende gevelementen bij kantoren. Daarna worden gevels bij woningen onder de loep genomen.

Betonnen gevelementen. In [blog 8](#) en [blog 9](#) is uitgebreid gekeken naar de herbruikbaarheid van betonnen gevelementen. De resultaten worden hier samengevat aan de hand van de methode uit [paragraaf 6.4](#). Inzichten zijn afkomstig uit de onderstaande projecten.

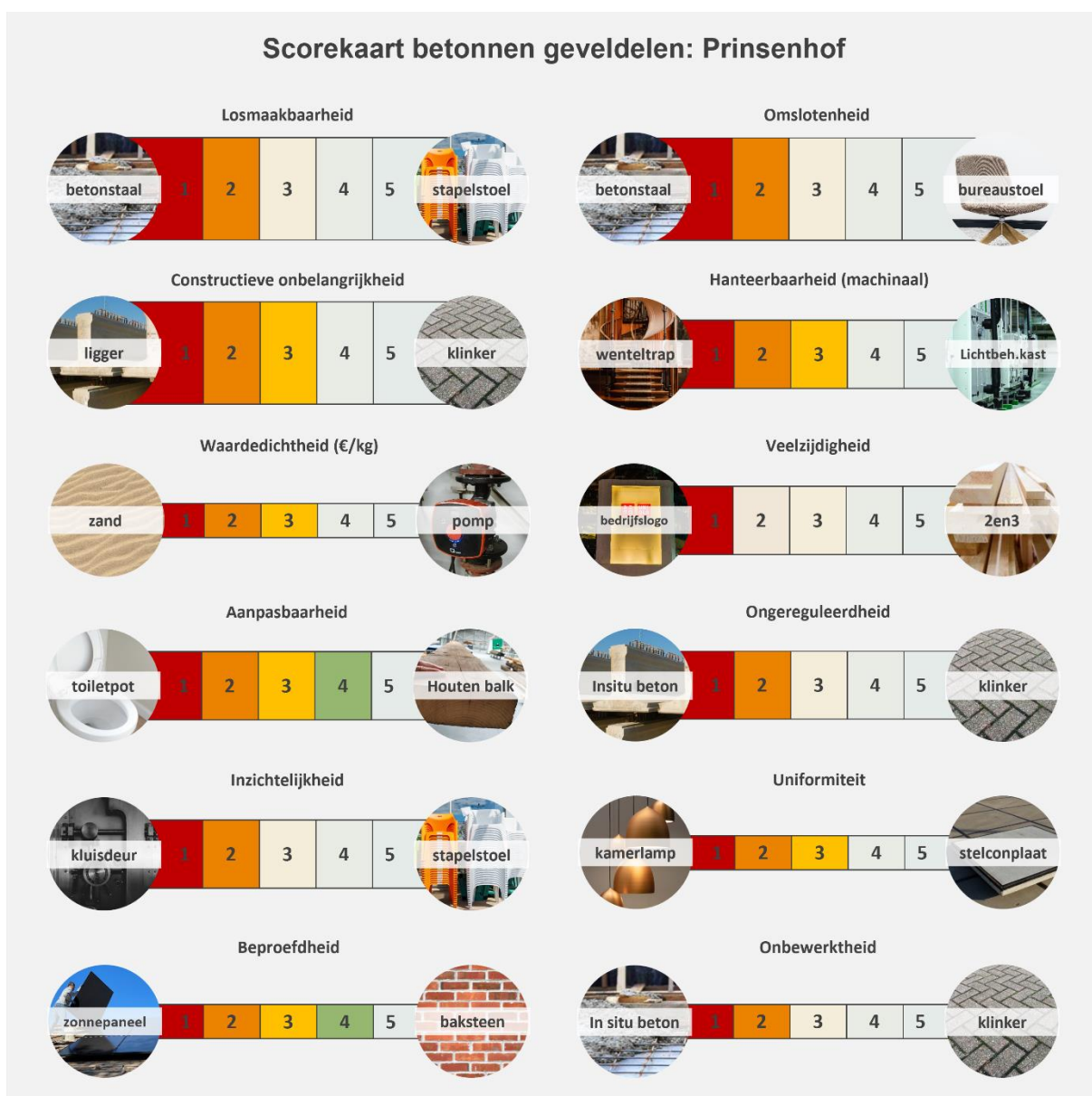


afbeelding 39 voorbeeldprojecten betonnen gevels

Voor de gevelementen uit beide projecten wordt een herbruikbaarheidsscore van 3 verondersteld: hergebruik is zeker mogelijk als de opdrachtgever zelf een herbestemming heeft; de markt hiervoor is alleen nog in ontwikkeling. Er is een scorekaart opgesteld op basis van deze twee voorbeelden. Die is op de volgende pagina weergegeven; ingevuld voor de gevelpanelen uit de Prinsenhof. Zoals te zien is, is het niet eenvoudig om zo'n product te hergebruiken. De reden dat hergebruik toch plaatsvindt heeft met de vaardigheden van de sloper te maken. Een belangrijk motivatie is De grote hoeveelheid CO₂ uitstoot die wordt vermeden. Hieronder staan de factoren met de meeste ruimte voor verbetering.

- **Omslotenheid.** De gevelpanelen in het voorbeeldproject (Prinsenhof) zijn ingeklemd tussen twee vloeren. Hierdoor moeten eerst de vloeren gedemonteerd worden (in plaats van gesloopt). Bij het voorbeeldproject was dit geen obstakel omdat de kanaalplaten ook worden hergebruikt. Als dit niet het geval is, kost het veel onnodige tijd.
- **Constructieve onbelangrijkheid.** Als aanvulling op de omslotenheid. Het verwijderen van de gevelementen zonder eerst de vloer erboven weg te halen, is echt niet mogelijk: dan stort het gebouw in als een kaartenhuis.
- **Hanteerbaarheid (machinaal).** Het kost tijd om te zekeren omdat er geen hijslus aan de elementen vast zit. Met name het transport was ingewikkeld omdat de elementen te groot zijn om gewoon op te stapelen. Zie afbeelding 40. Daarnaast moesten de elementen na het weghalen van de vloeren gestud worden omdat ze anders zouden omvallen.

- **Waardedichtheid.** Transport was de grootste kostenpost omdat de elementen heel zwaar zijn.
- **Veelzijdigheid.** Deze elementen kunnen eigenlijk alleen worden toegepast als gevelement. Om ze allemaal te gebruiken heb je een heel specifiek “bestemmingsgebouw” nodig. Bij het voorbeeldproject is dit gelukt omdat de nieuwbouw speciaal is ontworpen op basis van deze elementen. Daar is een hoop wilskracht voor nodig.
- **Ongereguleerdheid.** In de nieuwe toepassing is zijn de elementen minder belangrijk voor de constructie omdat daar strenge regels voor zijn. in plaats daarvan is een aanvullende constructie nodig om de elementen niet-dragend toe te passen.
- **Uniformiteit.** Blijkbaar zaten er veel subtiele verschillen in de afmetingen van de elementen. Hierdoor moest er een BIM-model worden opgesteld om elementen te matchen met het nieuwe ontwerp.



afbeelding 40 scorekaart voor betonnen gevelementen, Prinsenhof

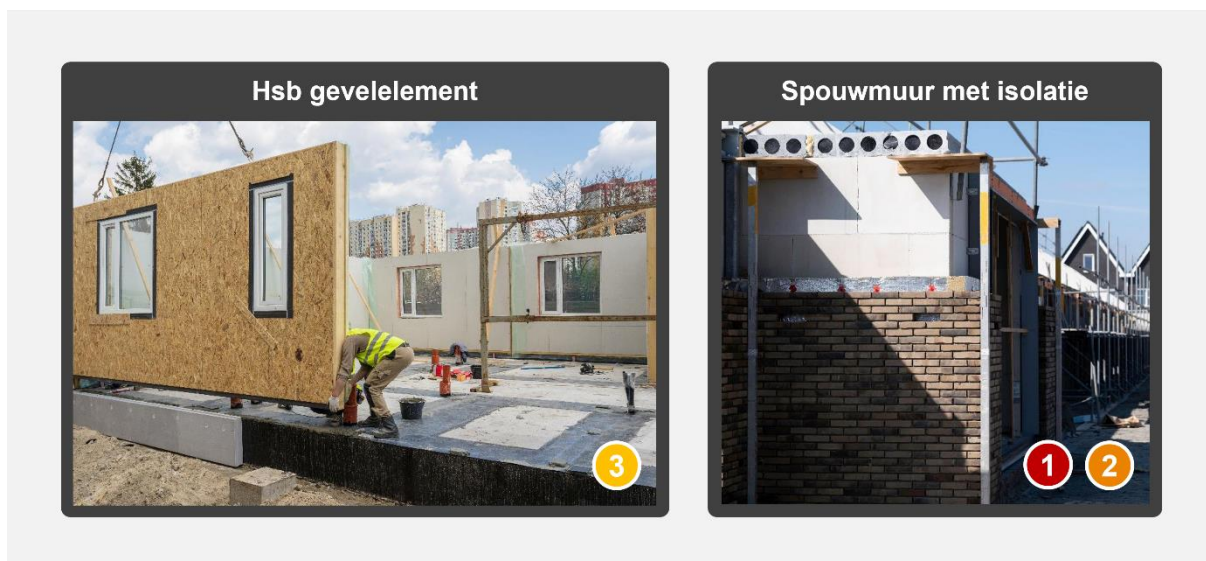
Op losmaakbaarheid, aanpasbaarheid, inzichtelijkheid, beproefdheid en onbewerktheid scoort het product iets beter. Het was namelijk vrij makkelijk om de ankers door te zagen (waarmee het element in de vloer vast zat). Hierdoor zijn de stekken wel onbruikbaar geworden maar voor de nieuwe toepassing is toch een andere bevestiging gekozen. Wat betreft beproefdheid is de uitstraling van het element niet helemaal van deze tijd maar het feit dat het is hergebruikt zorgt juist voor een bijzondere uitstraling. Op basis van de herbruikbaarheidsfactoren en het voorbeeldproduct kunnen een aantal suggesties gedaan worden:

- Pas niet-dragende gevelelemente toe. Gevels moeten vaak eerder vervangen worden dan de rest van het gebouw – dat gaat moeilijk als ze dragend zijn. Als er dan toch wordt gekozen voor een dragende gevel, moet erop worden gelet dat ook de vloer makkelijk demonteerbaar is (omdat je die sowieso moet loshalen) en dat de geveldelen veilig op zichzelf kunnen staan zonder steun van boven zodat ze niet gestud hoeven te worden.
- Zorg dat er nog een hijslus verstopt zit. Het is een kleine moeite om een element zo te ontwerpen dat de hijslus waarmee die ooit op zijn plek is gehesen, bij hergebruik opnieuw gebruikt kan worden. Idealiter kan er toegang tot deze lus verschaft worden voordat het element helemaal is vrijgemaakt. Dan kan het element door de kraan ondersteund worden voordat het helemaal wordt losgemaakt.
- Gebruik liever geen beton. Naast het feit dat cementproductie veel CO₂ uitstoot, is transport ook duur door het gewicht. Er zijn genoeg materialen voor gevels die veel lichter zijn.
- Ontwerp geveldelen die uit elkaar gehaald kunnen worden. Een gevel bestaat uit een raam, een isolatielaag en een constructie die het geheel bij elkaar houdt. Het liefst kun je het als een geheel loshalen – dat scheelt hijsbewegingen. In het geval dat er geen toepassing is, is het echter wenselijk dat de individuele delen ook uit elkaar kunnen om los te hergebruiken. Dit biedt ook een oplossing voor onderdelen die niet meer aan huidige normen voldoen (zoals het glas) – die kunnen dan omgewisseld worden.
- Zorg dat (bijna) alle elementen dezelfde afmeting hebben. dan is het makkelijker om te inventariseren en een koper te vinden. Liever nog wordt er gekozen voor een heel gebruikelijk element. Een koper vinden is nog makkelijker als een product standaard is.
- Zorg dat het element los kan zonder het element te beschadigen. Denk aan een klinkstelsel of bouten die je losdraait in plaats van moet doorzagen. Liever wel van binnenuit losmaakbaar.

Als aanvulling op de bovenstaande tips is ook nog gekeken naar het andere voorbeeld uit afbeelding 40. In dat geval bestond de gevel uit verschillende onderdelen die los van elkaar verwijderd moesten worden. Hiervoor is eerst een proefdemontage uitgevoerd om te zien hoe het geheel in elkaar zat. Hieruit volgen nog twee tips voor een herbruikbaar ontwerp:

- Zorg voor de mogelijkheid om de hele gevel in één keer uit te hijsen. Dat de onderdelen los van elkaar gehaald kunnen worden is een voordeel omdat het meer toepassingen mogelijk maakt. Je wilt het beste van beide werelden. De mogelijkheid om een gevel als geheel op te hijsen zorgt voor veel minder hijsbewegingen en is dus goedkoper
- Zorg dat de bevestigingen makkelijk te vinden zijn. in Utrecht moesten bijvoorbeeld eerst delen van de dekvloer verwijderd worden om bij de ankers te komen. Dat kost tijd. Daarnaast is het gebrek aan inzicht ook een obstakel om te kiezen voor hergebruik.

Gevels bij grondgebonden woningen. Er wordt binnen deze categorie gekeken naar twee opties: kalkzandsteen spouwmuur met minerale wol isolatie, en een volledig hsb gevel. In de [derde publicatie](#) uit de reeks met sloolessen worden deze producten ook met elkaar vergeleken. In die blog ligt veel nadruk op de materiaalwaarde na verschillende soorten verwerking: afvoeren als gemengd afval, recycling en hergebruik. De conclusie daaruit is dat het hout in potentie meer waarde heeft bij hergebruik ten opzichte van normale sloop als dat wordt vergeleken met het waardeverschil bij kalkzandsteen. Of hsb wanden echt goed herbruikbaar zijn hangt echter vooral af van de kosten om het te demonteren en te verkopen. De resultaten uit de volledige vergelijking worden samengevat in de scorekaart in afbeelding 41.



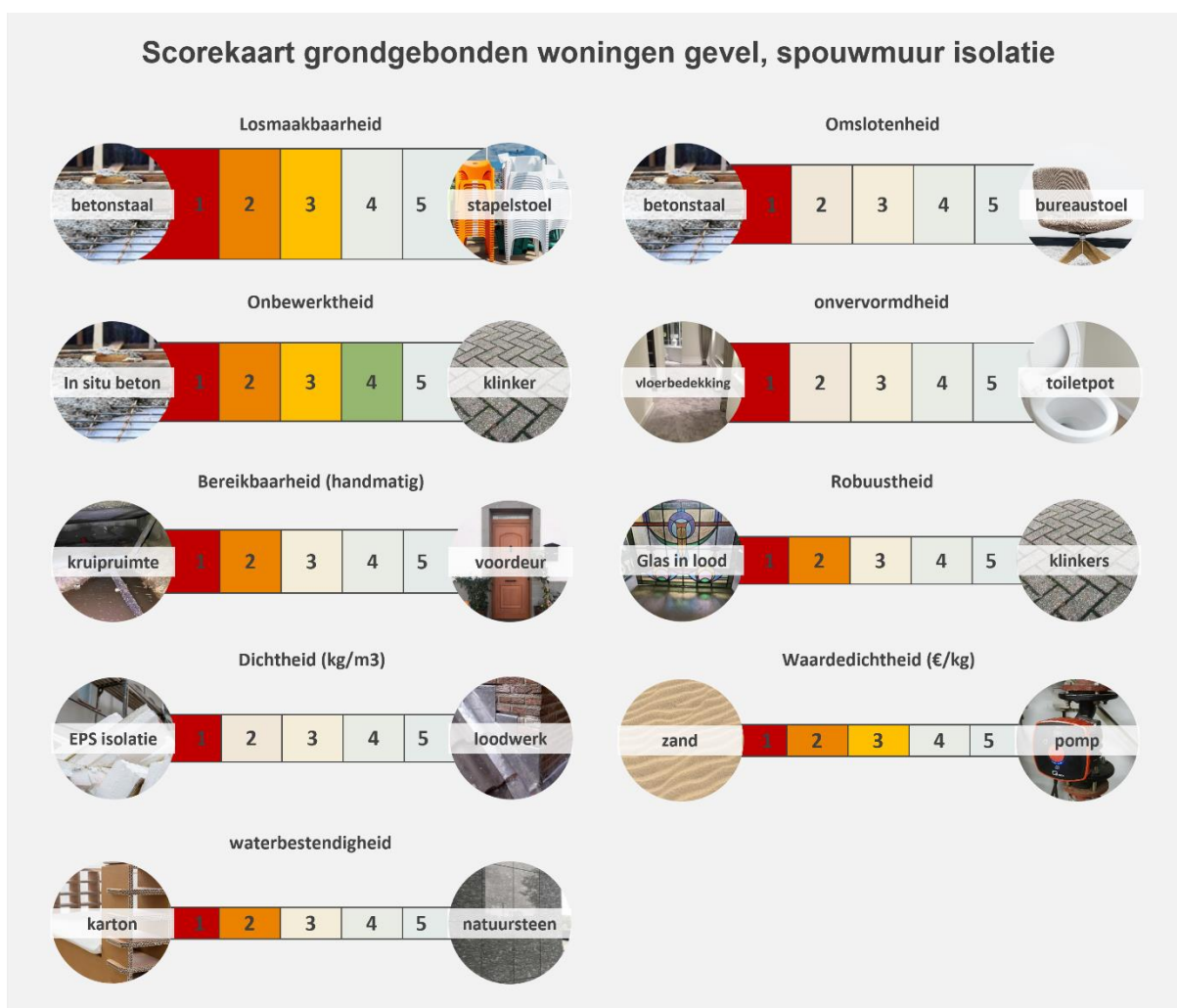
afbeelding 41 twee soorten gevels bij grondgebonden woningen

Belangrijk om vooraf te vermelden is dat (in tegenstelling tot de hsb-gevel) de spouwmuur voor een groot deel überhaupt niet als product herbruikbaar is (herbruikbaarheidsscore van 1). Kalkzandsteen en bakstenen zijn wel hoogwaardig recyclebaar (zie [Stonecycle](#) en [Calduran](#)) en bakstenen kunnen soms hergebruikt worden door een partij als [Klinker Historica](#) maar dat hangt er onder anderen vanaf of de mortel niet te hard is, wat bij modern metselwerk helaas wel het geval is. Het isolatiemateriaal is wel als product te hergebruiken. Ook bij de hsb-wand kunnen het hout en de isolatie als losse producten beschouwd worden. Om tot een overkoepelende scorekaart te komen, worden daarom meerdere scenario's met verschillende weegfactoren gecombineerd:

- De spouwmuur opgedeeld in losse producten:
 - Isolatiemateriaal – 2x weegfactor (voor het gemak)
 - Kalkzandsteen – 2x weegfactor
 - Metselwerk – 2x weegfactor
- HSB-element als geheel – 3x weegfactor
- HSB-element als losse producten:
 - Isolatiemateriaal – 1x weegfactor
 - Hout – 2x weegfactor

Hieronder de belangrijkste obstakels voor gevels toegelicht aan de hand van voorbeelden met betrekking tot de isolatie.

- **Losmaakbaarheid.** Dit is een groot probleem bij veel verschillende gevels. Gevels van grondgebonden woningen bestaan uit allerlei onderdelen die aan elkaar zijn geniet, gelijmd en gemetseld. In het geval van spouwmuurisolatie valt het nog wel mee – die zitten vast met ankers. Ten opzichte van de opbrengst kost het wel veel tijd om die allemaal los te maken. Zeker als je bedenkt dat het met de graafmachine in één keer eraf getrokken kan worden.
- **Omslotenheid.** Spouwmuur isolatie zit ingeklemd tussen twee muren – heel veel meer omsloten dan dat wordt het niet. Dit is een issue omdat het buitenspouwblad daarom voorzichtig verwijderd moet worden wat meer tijd kost dan wat de sloper anders zou doen.
- **Onbewerktheid.** De isolatie zit niet vastgelijmd en is niet geveerd – niet heel bewerkt dus behalve dat de ankers er kleine gaatjes in geprikt hebben. voor andere producten in deze productcategorie is dit wel een probleem: bijvoorbeeld de buitenplaat van een hsb wand waar steenstrips op geplakt zitten.
- **Onvervormd.** Dit is wel een groot probleem voor spouwmuur isolatie: er zit een raster met platen op de gevel bevestigd. Vanwege raam- en deur openingen heeft zo'n 70% van de panelen wel ergens een hoekje of strook afgesneden. Hierdoor wordt een groot deel onbruikbaar.
- **Bereikbaarheid.** Spouwmuur isolatie zit vast aan de buitenkant van het binnenspouwblad vanuit binnen het gebouw kun je daar amper bij en omdat grondgebonden woningen meerdere verdiepingen kunnen hebben betekent dit dat er een stijger nodig is om erbij te kunnen. Dit is met name omslachtig omdat het buitenspouwblad net gesloopt is en er dus puin voor de gevel ligt. Het is absoluut niet de moeite om een steiger neer te zetten om met de hand een stel op maat gesneden isolatieplaten te oogsten die anders binnen een minuut van de gevel afgetrokken kunnen worden. Dit is geen probleem bij hsb-elementen die als geheel afgehesen kunnen worden, en worden ontmanteld op de grond.
- **Robuustheid.** Isolatiemateriaal kan scheuren maar robuustheid is vooral een obstakel voor het hergebruiken van kalkzandsteen blokken die potentieel op de grond losgezaagd kunnen worden maar breken op het moment dat een muur omver wordt getrokken.
- **Dichtheid.** Vanzelfsprekend is dit een obstakel bij isolatiemateriaal: het neemt heel veel ruimte in beslag. Dat betekent vaak op en neer rijden voor een kleine hoeveelheid en hoge opslagkosten. Dit wordt enigszins gecompenseerd door het feit dat transport ook nodig is bij normale sloop maar in dat geval kan het aangestampt worden
- **Waardedichtheid.** Dit valt mee voor isolatiemateriaal. Per kg is dat best duur. met name voor het binnen- en buitenspouwblad geldt dat transport al gauw relatief duur wordt door het hoge gewicht. Ook daarvoor geldt dat transport voor reguliere sloop ook een obstakel vormt waardoor transport voor hergebruik relatief minder nadelig is. Echter wordt er bij reguliere sloop voor het puingranulaat vaak een bestemming in de buurt gezocht om kosten te drukken – iets wat moeilijker is bij hergebruik omdat die afzetmarkt nog kleiner is.
- **Waterbestendigheid.** Dit is een specifiek issue voor isolatiemateriaal dat uit wol bestaat. Door de oppervlaktespanning van water trekt het samen als het nat wordt. Hoewel het niet de bedoeling is, kan er vocht in een spouwmuur komen. Ook kan het tijdens de sloop natregenen waarna het minder bruikbaar is.



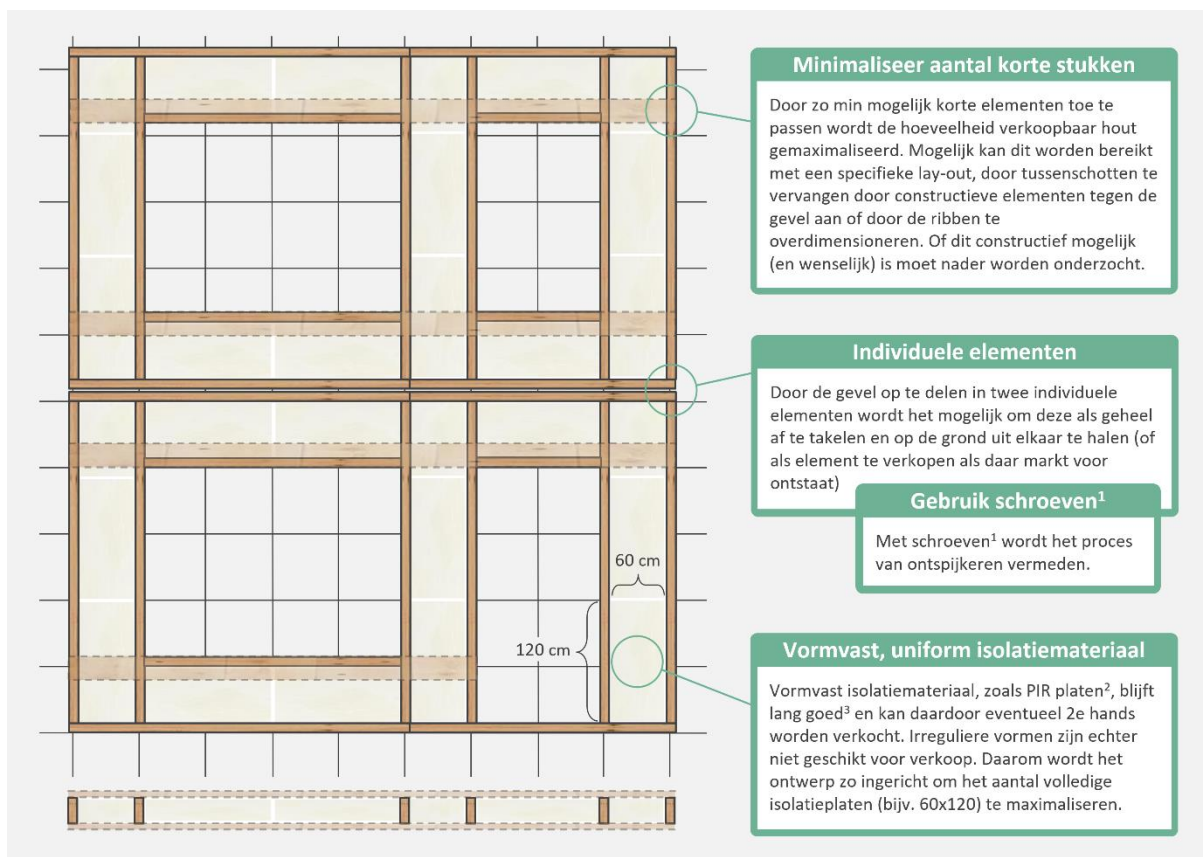
afbeelding 42 scorekaart voor gevels van grondgebonden woningen (spouwmuur isolatie)

Op basis van het hierboven beoordeelde isolatiemateriaal en inzichten over andere onderdelen van de onderzochte gevels (binnen- en buitenspouwblad en de hsb-wand), worden hieronder tips gegeven voor een goed herbruikbare gevel:

- Ontwerp gevelelementen die uit elkaar gehaald kunnen worden. omdat gevelelementen vrij specifiek zijn, kan het moeilijk zijn om er een afnemer voor te vinden. Dan is het een groot voordeel als de meer veelzijdige deelproducten (bakstenen, houten balkjes, isolatiemateriaal, etc.) allemaal los hergebruikt kunnen worden. Losmaakbaarheid is daar bij essentieel: lijm, nietjes en te veel nagels zorgen voor veel extra werk bij houten elementen – ook omdat dit na het demonteren nog van het hout afgehaald moet worden. Mortel tussen bakstenen een obstakel is een vergelijkbaar probleem.
- Zorg dat alle deelproducten herbruikbaar zijn. Hiervoor is het belangrijk om per deelproduct na te gaan of het goed scoort op de verschillende herbruikbaarheidscriteria. Dit is extra belangrijk bij een samengesteld product: als een deel niet herbruikbaar is, wordt in veel gevallen namelijk niet alleen dat deel weggegooid maar ook bruikbare delen die erachter

zitten of er te vast tegenaan zitten omdat het scheiden te veel tijd kost. Als beide producten herbruikbaar zijn, loont het eerder om te scheiden.

- Zorg dat een gevelement als geheel afgetakeld kan worden. Vergelijkbaar met de betonelementen. Het liefst zit het element met een paar makkelijke, goed zichtbare bouten of iets vergelijkbaars vast en zitten er nog hijsogen in. Het is namelijk veel makkelijker om het element verder uit elkaar te halen als het al op de grond ligt – dan is er bijvoorbeeld geen steigerwerk nodig.
- Denk goed na over de locatie van ramen en deuren. Het doel is dat de afstanden tussen deze openingen zodanig zijn dat constructieve elementen allemaal dezelfde maat hebben en dat het tussenliggende isolatiemateriaal (grotendeels) niet op maat gesneden hoeft te worden. Uit [blog 3](#) van de reeks slooplessen is een ontwerp als voorbeeld overgenomen. Zie afbeelding 44.
- Gebruik compacte materialen. Als bijvoorbeeld gekozen wordt voor een isolatiemateriaal dat minder ruimte inneemt (voor zover dat mogelijk is) scheelt dat transport en opslag wat hergebruik aantrekkelijker maakt
- Zorg dat eventuele verbindingen los getrokken kunnen worden zonder het materiaal te beschadigen. Dit geldt in het bijzonder voor stenen. Daarbij is het wenselijk dat de steen sterker is dan de mortel. Vergelijkbaar geldt dat hout niet te vast moet zitten – hoe meer geweld er nodig is om het uit elkaar te halen, hoe groter de kans op schade.
- Kies water bestendige materialen. In dat opzicht is wol wellicht een minder goede keuze dan bijvoorbeeld een kunststof isolatiemateriaal.



afbeelding 43 voorbeeld van een makkelijk herbruikbaar hsb element

Hoofdstuk 8: De herbruikbaarheid van draagconstructies

Samengevat:

Er is gekeken naar dragende wanden, vloeren, kolommen en liggers. Hier komen een paar tips over herbruikbaarheid uit die van toepassing zijn voor al deze productgroepen:

Zorg voor losmaakbare knopen en dat de elementen niet zijn “ingepakt” met ander materiaal.

Ook helpt het als constructieve elementen niet snel beschadigen onder een andere last, dat ze tegen buitenomstandigheden kunnen (ook als ze binnen zijn toegepast) en dat ze niet te zwaar zijn.

Daarnaast gaan kosten erg omhoog als de elementen te groot zijn voor normaal transport en is het moeilijk om afnemers te vinden als de afmetingen te specifiek zijn. Aanpasbaarheid is juist een voordeel.

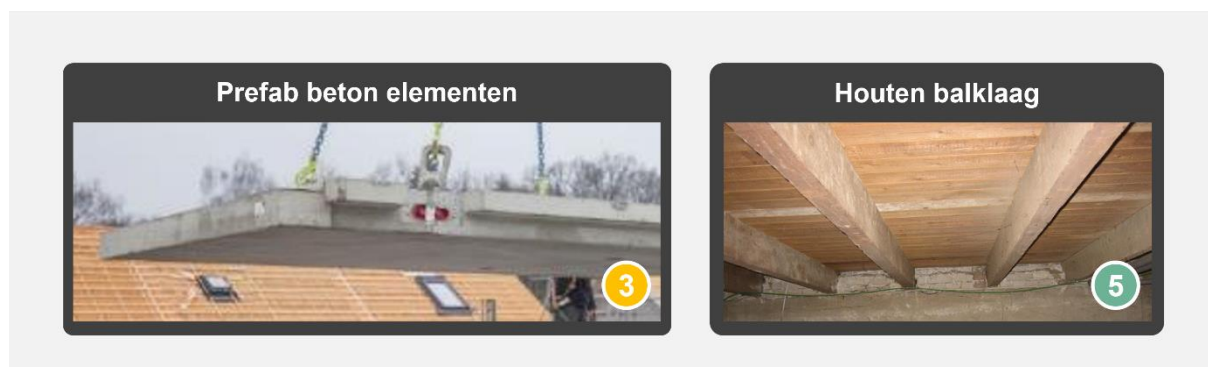
8 Herbruikbaarheid van constructies

8.1 Dragende wanden en vloeren

Hiermee worden constructies bedoeld die als waren als kaartenhuis in elkaar zitten: het gebouw staat overeind door monoliete “3d” vlakken. Voorbeelden van mogelijke materialen zijn prefab beton, insitu beton of CLT (kruislaaghout) voor de hele constructie. Andere opties zijn metselwerk en houten balken met planken als vloeren of bijvoorbeeld kalkzandsteen als wanden en kanaalplaten als vloeren. Net als in het vorige hoofdstuk wordt er naar meer dan één bouwsysteem gekeken om te komen tot een scorekaart die de hele productgroep vertegenwoordigd. Hierbij is wel een selectie gemaakt. productgroepen waar niet naar is gekeken zijn:

- kalkzandsteen en insitu beton. Die zijn praktisch gezien eigenlijk niet herbruikbaar. Je kunt insitu beton wel doorzagen maar dan zaag je ook wapening en soms leidingen door.
- CLT. Slopers zijn dit in praktijk nog niet tegen gekomen omdat het zo’n nieuw product is. Het is daarom moeilijk voor slopers om iets nuttigs over de herbruikbaarheid te zeggen.

Er is gekeken naar balklagen als vloeren en prefab betonnen vloer- en wandelementen. Zie afbeelding 45. Daaronder staan alle obstakels die zijn tegengekomen bij de analyse. De resulterende scorekaart wordt ingevuld voor CLT. Dit is een goede oefening om te laten zien welke inzichten verkregen kunnen worden als slopers niks over het product hebben gezegd.



afbeelding 44 constructieve wand en vloerdelen

- **Onbewerktheid.** Zowel de houten en de betonnen vloer zijn bewerkt. balkenlagen zitten vaak onder tapijt geplakt en balken dicht bij de vloer zijn vaak geïmpregneerd. De betonnen prefabvloeren zijn vaak afgedekt met een toplaag van insitu beton. In beide gevallen leidt dit tot een hoop werk om het product weer in oude staat te krijgen na demontage: balken ontsijkeren en voorzichtig een toplaag verwijderen.
- **Uniformiteit.** Dit heeft met name betrekking tot betonnen wandelementen: die hebben een specifieke vorm (positie van ramen etc.) waardoor ze verschillen van elkaar en eigenlijk alleen voor een bepaald soort ontwerp gebruikt kunnen worden.
- **Aanpasbaarheid.** De houten balken zijn heel aanpasbaar maar betonnen prefab vloeren en zeker wanden juist amper. De elementen bevatten wapening die niet moet worden

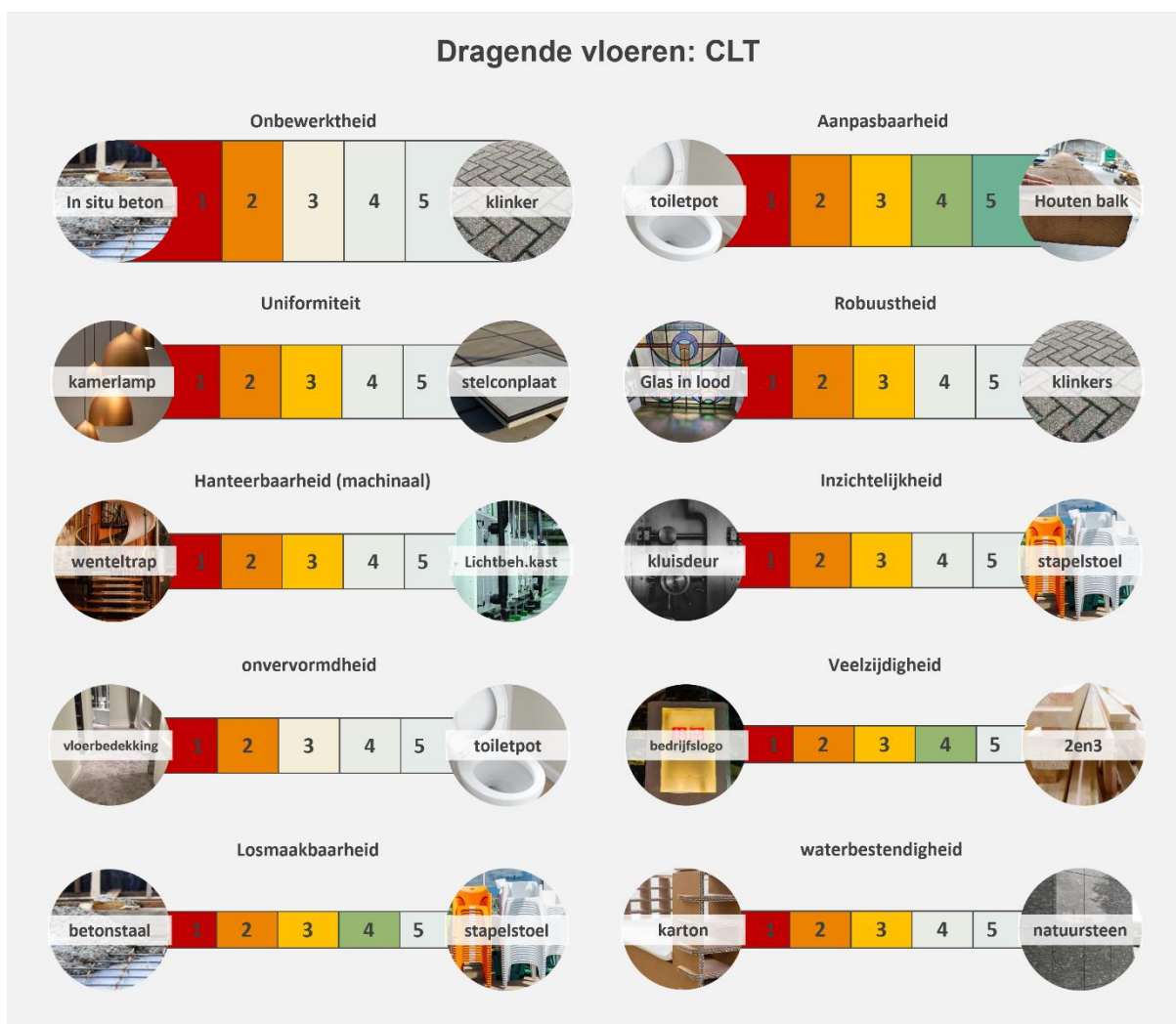
doorgezaagd en soms ook leidingen. Aansluitend op het hierboven genoemde punt, leidt ook dit ertoe dat de elementen alleen voor een specifiek soort ontwerp gebruikt worden.

- **Robuust.** Dit is vooral een punt bij houten balklagen. Een houten balk lijkt vrij robuust. Echter kiezen slopers er vaak voor om balken te demonteren met de grijper van hun kraan. Dan kunnen balken wel snel beschadigen. Vaak is er schade op de koppen die zaten ingeklemd in een muur en worden losgetrokken. Ook zie je “tandafdrukken” halverwege de balk waar de machinist te hard heeft geknepen. Planken breken nog eerder.
- **Inzichtelijkheid.** Voor balken geldt dat slopers soms onverwachts lagen met vloerbekleding tegenkomen als ze de toplaag eraf strippen. Hierdoor kan het moeilijk in te schatten zijn hoeveel werk demontage kost. Voor betonnen elementen geldt dat verbindingpunten som zijn weggestopt achter afdekkingen, wat hergebruik moeilijker maakt.
- **Hanteerbaarheid (machinaal).** Betonnen wandelementen hebben verschillende vormen waardoor ze niet makkelijk gestapeld worden voor transport. Daarnaast is het moeilijk om ze te tillen met de standaard kraan die slopers gebruiken. Er is een speciale kraan nodig.
- **Onvervormdheid.** Houten balken zijn soms op maat gezaagd voor bijvoorbeeld een trapgat. De resulterende korte lengtes zijn niet interessant voor hergebruik. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld kanaalplaten waar delen uitgezaagd zijn.
- **Veelzijdigheid.** Balken zijn heel veelzijdig: zeker omdat je ze kunt aanpassen. Betonnen gevelelementen bijvoorbeeld niet. Die kunnen alleen als gevelement gebruikt worden omdat de aanpasbaarheid laag is. dat maakt verkoop moeilijker.
- **Losmaakbaarheid.** Prefab elementen en zijn op zich losmaakbaar maar de afdeklaag kan dit moeilijker maken. Voor balken en planken geldt ook dat ze losmaakbaar zijn maar de inklemming in de muur en onderlinge verbinding met spijkers maakt dit arbeidsintensiever.
- **Waterbestendigheid.** Dit is een probleem van hout. Er zitten vaak een paar rotte balken bij en zo niet, dan kan dit nog gebeuren tijdens opslag na demontage

De scorekaart uit afbeelding 46 is ingevuld voor CLT, een relatief nieuw type draagconstructie van hout. Slopers hebben er daarom nog geen ervaring mee waardoor het product niet is meegenomen in het opstellen van de scorekaart. Het idee is dat de scorekaart wel gebruikt kan worden om CLT te beoordelen. Zie de bevindingen hieronder.



afbeelding 45 CLT als voorbeeld product voor de scorekaart



afbeelding 46 scorekaart voor dragende wanden en vloeren: CLT

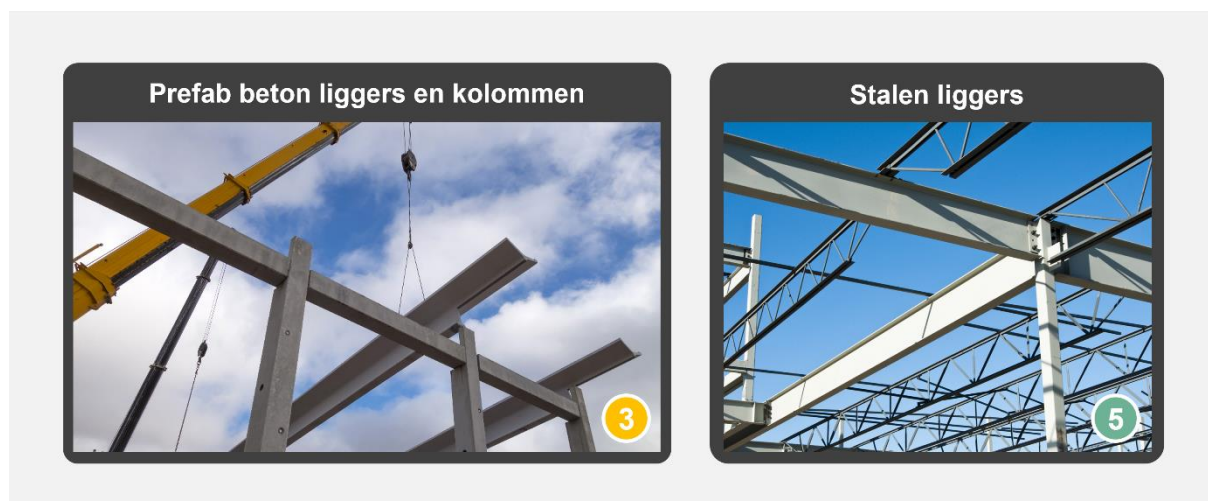
- Minder bewerking dan prefab beton. CLT heeft meestal ook een dekvloer maar het is gebruikelijk dat die los ligt op de constructie. Daardoor is deze makkelijker te verwijderen.
- Zeer aanpasbaar. Met name ten opzichte van prefab beton. In een wandelement van CLT zou je bijvoorbeeld makkelijk een nieuw raam kunnen zagen. Mocht het elemente toch niet in de huidige vorm hergebruikt kunnen worden, zou het nog in stukken gezaagd kunnen worden om balken van te maken: wie weet wat de toepassingen daarvoor zijn.
- Robuuster dan een balklaag. CLT is massief. Daardoor zal het minder snel torderen of breken als het met een kraan wordt gepakt dan een balklaag met dunne delen die met spijkers aan elkaar zit.
- Zeer losmaakbaar en inzichtelijk. In tegenstelling tot bij betonnen elementen is er geen monoliete afdeklaag en worden bevestigingspunten niet volgestort met beton. Ten opzichte van hout is het een voordeel dat het niet met een hoop spijkers aan elkaar zit die stuk voor stuk los moeten. Het hout kan gewoon gezaagd worden als een andere vorm wenselijk is.
- Beter hanteerbaar dan beton. Het is in ieder geval een flink stuk lichter. Tillen kan dus eerder met een simpele kleine kraan en er past meer op 1 vrachtwagen.

Een bijkomend voordeel van CLT is dat er ontzettend veel CO₂ in opgeslagen. Er zijn ook nog een paar punten die beter kunnen. Zie hieronder:

- Minder vervorming. Het is niet ongebruikelijk om sleuven en gaten uit CLT te zagen voor bijvoorbeeld leidingen. Voor de bouwer is dat een extra voordeel van CLT maar hierdoor worden de elementen wel minder goed herbruikbaar als element. Leidingen op een andere manier verstoppen is beter.
- Uniformere elementen. CLT wordt toch vaak nog gebruikt voor unieke gebouwen. Hoe meer we toegaan naar standaard elementen, hoe makkelijker het wordt om aan het einde van de levensduur de elementen als element te hergebruiken.
- Waterbestendigheid. Het is de vraag hoe goed het voor CLT is als het lang in de regen ligt. Voor de bouwer is dit minder een uitdaging omdat het vanuit de fabriek komt en op locatie zo snel mogelijk in elkaar wordt gezet. Voor sloper wordt het echter al snel onrendabel om grote hoeveelheden indoor op te slaan. Speciale lijm en coatings kunnen hier wellicht een oplossing voor bieden.

8.2 Hoofddraagconstructies

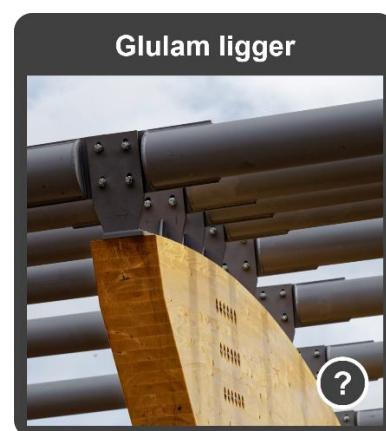
Naast dragende vloeren en wanden zijn er natuurlijk ook kolommen en liggers. In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de herbruikbaarheid van die elementen. Als voorbeeld wordt gekeken naar prefab betonnen liggers en stalen binten. Op basis van de resulterende scorekaart wordt gekeken naar de herbruikbaarheid van Glulam liggers.



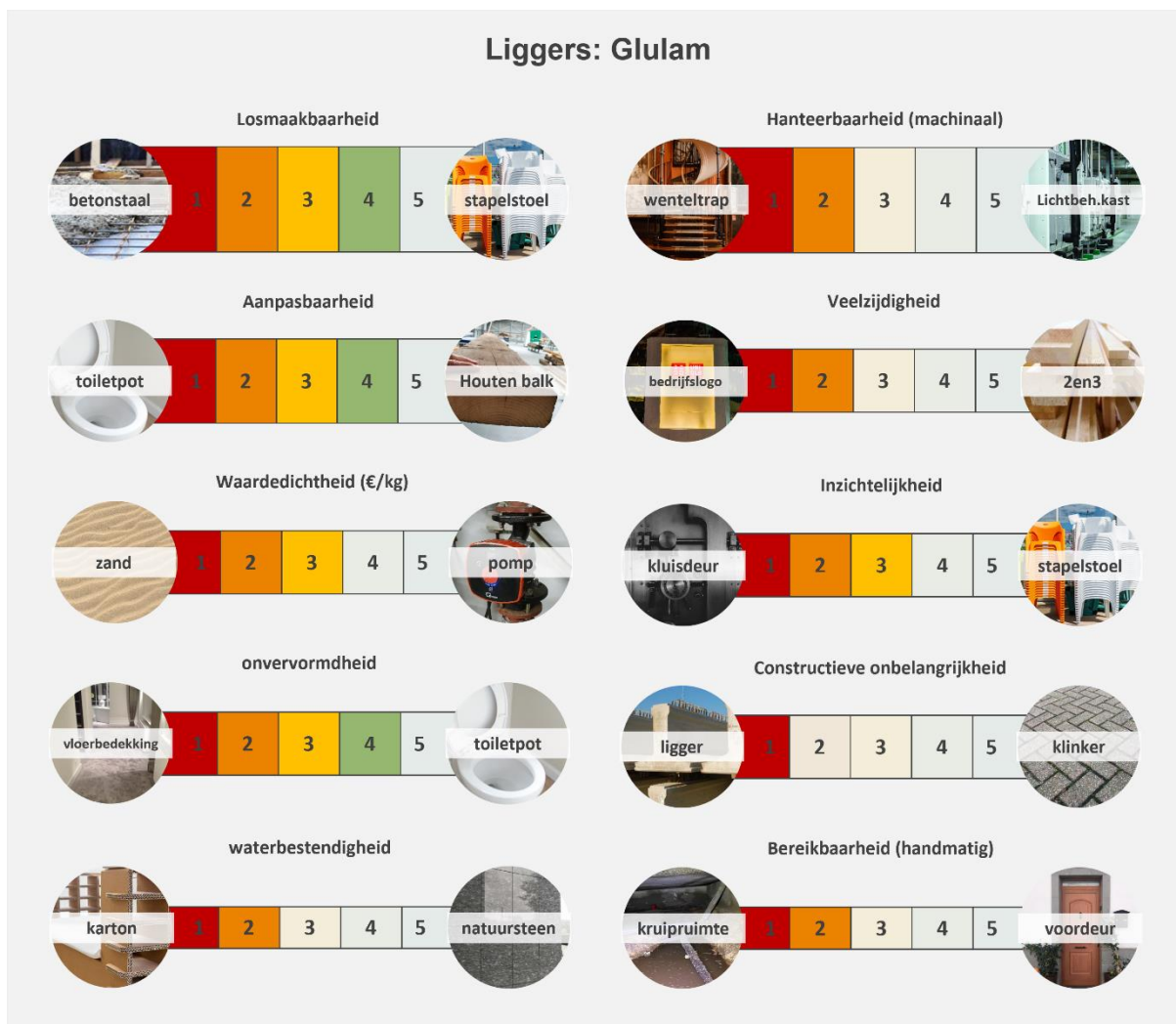
- **Losmaakbaar**. Bij stalen liggers die vastgebout zitten is losmaakbaarheid niet een issue. Maar wel bijvoorbeeld bij betonnen liggers die zijn afgestort of stalen liggers die zijn vastgelast. Dit kost veel werk: zeker omdat vaak op grote hoogte gewerkt moet worden.
- **Bereikbaarheid**. Plekken waar veel stalen liggers worden gebruikt zijn vaak hallen met hoge plafonds. Het is dus moeilijk om er bij te komen – daar zijn hoogwerkers voor nodig en dat maakt het een stuk complexer en duurder – de vraag is of daar iets aan te doen valt.

- **Hanteerbaarheid.** Constructieve liggers zijn vaak lang en zwaar. Dit kan voor een complexe hijsoperatie zorgen: in het midden staat een kraan (vaak speciaal gehuurd) die alvast een beetje tilt aan de ligger. Aan weerszijden, bij de twee oplegpunten staat een hoogwerker met iemand erin die de verbindingen losmaakt. Er is veel coördinatie nodig omdat vanwege het formaat van de liggers. Het is een aanvullende uitdaging als een ligger langer is dan een gemiddelde dieplader: speciaal transport is duur.
- **Constructieve belangrijkheid.** Het is een aanvullende uitdaging als de constructieve integriteit in het geding komt tijdens het verwijderen van bepaalde elementen. Ten eerst is dit iets dat over het hoofd gezien kan worden en potentieel gevaarlijk is. Daarnaast brengt de tijdelijke ondersteuning van constructiedelen kosten met zich mee.
- **Waardedichtheid.** Met name betonnen liggers hebben een groot gewicht dat getransporteerd moet worden – dit is ook bij de bouw een argument. Een verschil is dat bij hergebruik een ligger potentieel verder vervoerd moet worden dan betongranulaat (het alternatief) omdat er minder kopers voor de ligger zijn die dus waarschijnlijk verder weg zijn.
- **Veelzijdigheid.** Het vinden van een koper kan lastig zijn voor betonnen liggers omdat ze specifiek zijn in tegenstelling tot staalbouw waar gebruik wordt gemaakt van standaard profielen.
- **Aanpasbaarheid.** Specifieke afmetingen zijn met name een probleem bij betonnen liggers mede omdat die niet aangepast kunnen worden. Een stalen profiel kan bijvoorbeeld op maat gesneden worden maar bij beton kan dat niet: het wapeningsstaal zit er op een specifieke manier in die niet zomaar aangepast kan worden zonder dat de sterkte verloren gaat.
- **Inzichtelijkheid.** De sterkte van betonnen liggers bij hergebruik is sowieso een uitdaging. Mits betonstaal niet wordt blootgesteld en corrodeert behouden betonnen elementen wel hun sterkte. Echter is het moeilijk te valideren omdat het niet mogelijk is om te zien hoe de wapening aan de binnenkant eruit ziet. Dit is een uitdaging voor toepassen in een nieuwe constructie
- **Onvervormdheid.** In sommige gevallen zitten er elementen vastgelast aan stalen profielen. Die moeten verwijderd worden voor nieuw gebruik: iets dat ten koste gaat van de waarde.
- **Waterbestendigheid.** Stalen profielen kunnen gaan roesten als ze na demontage buiten komen te liggen. Omdat staal snel roest, moeten toegepaste liggers vaak geverfd zijn: een laagje dat snel beschadigd – dit kan een reden zijn om liggers opnieuw te moeten coaten na demontage.

In de scorekaart uit afbeelding 48 zijn de herbruikbaarheidsfactoren weergegeven die van toepassing zijn op de herbruikbaarheid van stalen en betonnen liggers. Glulam liggers zijn niet meegenomen in het opstellen van de scorekaart omdat er te weinig slopers zijn gesproken die ervaring hebben met het hergebruiken van glulam liggers. In plaats daarvan is de score kaart ingevuld voor Glulam liggers om te zien hoe die scores op verschillende punten. De slopers die wel ervaring hebben met Glulam liggers, zeiden dat transport een uitdaging is en dat er wel afnemers te vinden zijn. Hieronder wat tips die op basis van de scorekaart zijn opgesteld:



afbeelding 47 glulam ligger



afbeelding 48 scorekaart voor liggers en kolommen: glulam ligger

Hieronder wat tips om beter herbruikbare glulam-liggers te maken op basis van de ingevulde scorekaart.

- Beperkte overspanningen. Dit is iets dat natuurlijk in veel gevallen geen optie is. Er wordt juist gekozen voor glulam vanwege de mogelijkheid om grote overspanningen te halen. Als er opties zijn, is het echter slim om de lengte van de liggers te beperken tot zo'n 9m: een lengte die op de meeste diepladers past.
- Rechthoekige liggers. Bij Glulam is het mogelijk om allerlei rondingen toe te passen. In sommige gevallen zal dit veel bijdragen aan het ontwerp. Rechte liggers zijn echter beter op andere plekken opnieuw toe te passen omdat ze minder specifiek zijn. Dit heeft de voorkeur.
- Zorg dat de verbindingen in het zicht zitten. Zolang het meteen duidelijk is waar de bouten zitten, is de kans groter dat een sloper denkt aan hergebruik.
- Zorg dat er een 'second loadpath is voor hoge elementen. Voor hergebruik is het niet wenselijk dat er een tijdelijke constructie nodig is om bijvoorbeeld kolommen overeind te houden als een ligger wordt verwijderd. Een oplossing is om kolommen momentvast aan de grond te bevestigen. Dan staan ze op zichzelf.

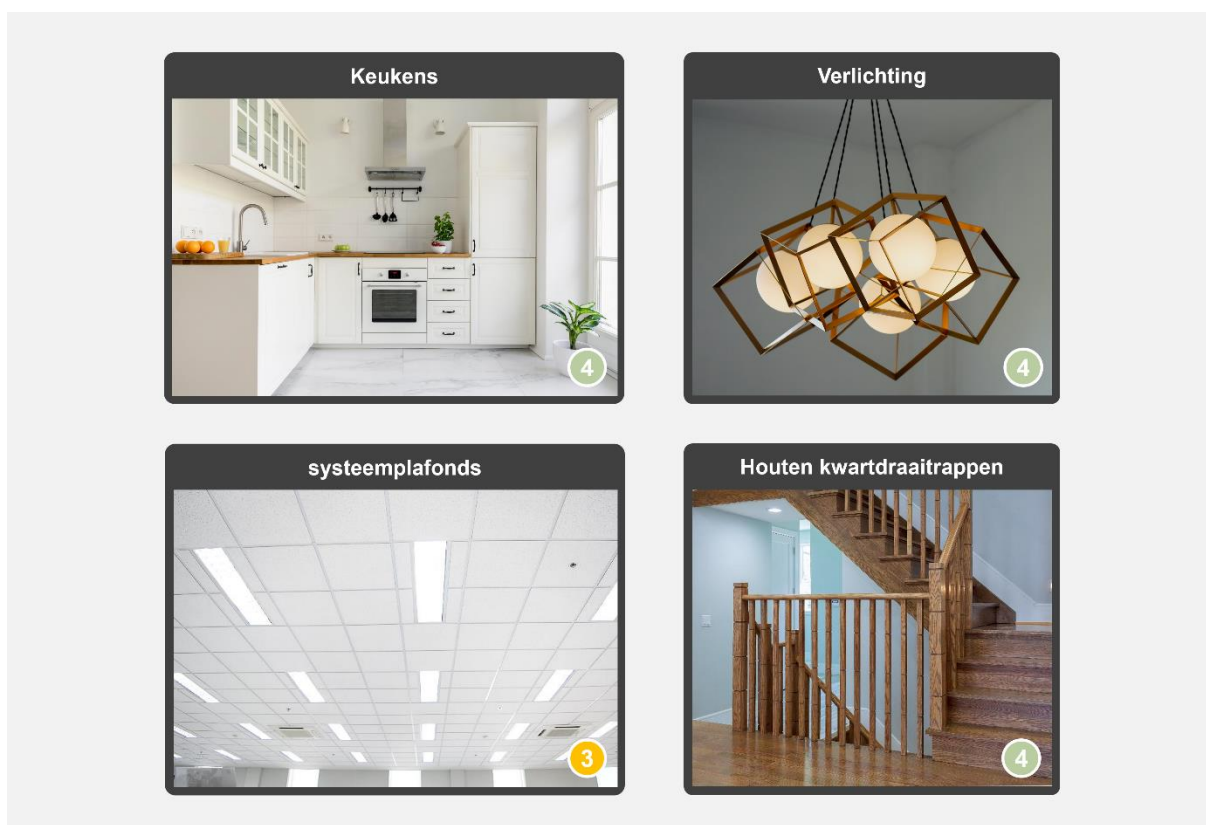
Hoofdstuk 9: De herbruikbaarheid van systemen en interieur

Samengevat:

Veel producten in gebouwen vallen niet onder een specifieke groep. Als voorbeeld is gekeken naar verlichting, keukens, systeemplafonds en houten trappen. Per product verschilt het heel erg welke eigenschappen relevant zijn voor hergebruik.

9 De herbruikbaarheid van systemen en interieur

Voor gevels en draagconstructies zijn er makkelijk vergelijkingen te trekken tussen concurrerende opties (bijv. staal vs hout vs beton) omdat ze inweze dezelfde functie hebben. Omdat deze opties qua eigenschappen wel veel van elkaar verschillen was het goed mogelijk om bij slopers input op te halen over de verschillen. Bij veel producten in de categorieën Services, Space plan en Stuff, zijn er maar kleine verschillen tussen concurrerende producten: hoewel er ongetwijfeld verschillen zijn tussen verschillende boilers zullen slopers met betrekking tot herbruikbaarheid minder snel verschillen kunnen noemen. Voor deze producten wordt daarom per product gekeken naar de herbruikbaarheid in plaats van per productgroep.



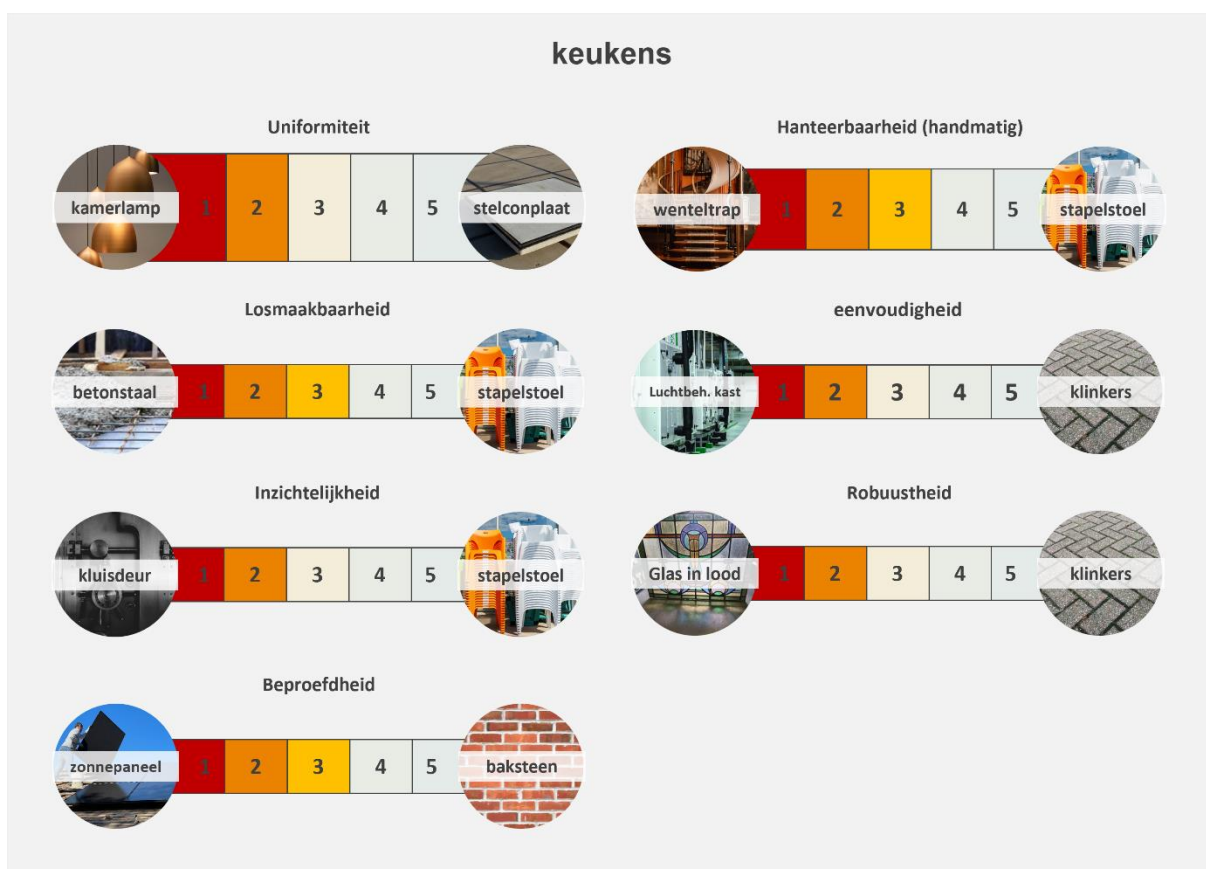
afbeelding 49 de herbruikbaarheid van 4 losse producten

9.1 Keukens

Keukens worden regelmatig vervangen bij de komst van nieuwe gebruikers – Vaak omdat zij een andere smaak of indelingswens hebben en niet per se omdat de keuken niet meer voldoet. Daarom wordt er ook in gehandeld; bijvoorbeeld op 2dehandskeukens.nl. echter komt het toch vaak voor dat keukens niet worden hergebruikt omdat het een gedoe is. De herbruikbaarheidscore is een 4 van de 5. Slopers zullen vaak hergebruik proberen maar het lukt vaak niet. Hieronder wat obstakels.

- **Uniformiteit.** Een belangrijk obstakel voor het hergebruiken van keukens, is het vinden van een koper: dit komt vooral doordat er keukens zijn in zoveel verschillende soorten en maten: je moet actief promoten en de keuken vrij lang opslaan voordat je iemand met interesse.

- **Beproefdheid.** Oude keukens vallen niet in de smaak omdat de wensen van consumenten snel veranderen. Hierdoor valt een groot deel van de keukens sowieso af.
- **Losmaakbaarheid.** Een deel van de meeste keukens zal losmaakbaar zijn maar tegelijk zit er toch een hoop vast met kit en moeilijk te bereiken schroefjes – dat maakt het moeilijk om het zonder schade te demonteren.
- **Eenvoud.** Ook de losmaakbare delen van een keuken kunnen flink wat tijd kosten als het gaat om veel verschillende bevestigingspunten. Een losmaakbaar product kan dus alsnog (relatief) veel kosten om te demonteren als het bestaat uit veel onderdelen.
- **Inzichtelijkheid.** Het is niet altijd goed te zien hoe keukens precies vast zitten. Dit lokt slopers uit om geweld te gebruiken als er tijdsdruk is.
- **Robuustheid.** Het hier boven genoemde geweld dat soms wordt gebruikt door slopers, kan leiden tot schade aan keukens. Hoewel keukenkastjes niet extreem fragiel zijn, zorgt de combinatie met een ruige aanpak ervoor dat ze toch snel beschadigen.
- **Hanteerbaarheid.** Keukens moeten regelmatig vanaf hoge verdiepingen omlaag worden gebracht: meestal met een lift maar in sommige is de trap noodzakelijk. Niet alle onderdelen van een keuken hebben een prettig formaat om met één man de trap af te tillen. Het voordeel is wel dat de keukens sowieso omlaag moet waardoor je hier bij normale sloop ook kosten voor maakt. Echter nodigt het slopers uit om de keukens te compacteren zodat ze minder vaak hoeven te lopen: in veel gevallen betekent dat kapotmaken.



afbeelding 50 scorekaart voor keukens

Uit de geobserveerde obstakels bij het hergebruiken van keukens volgende volgende tips:

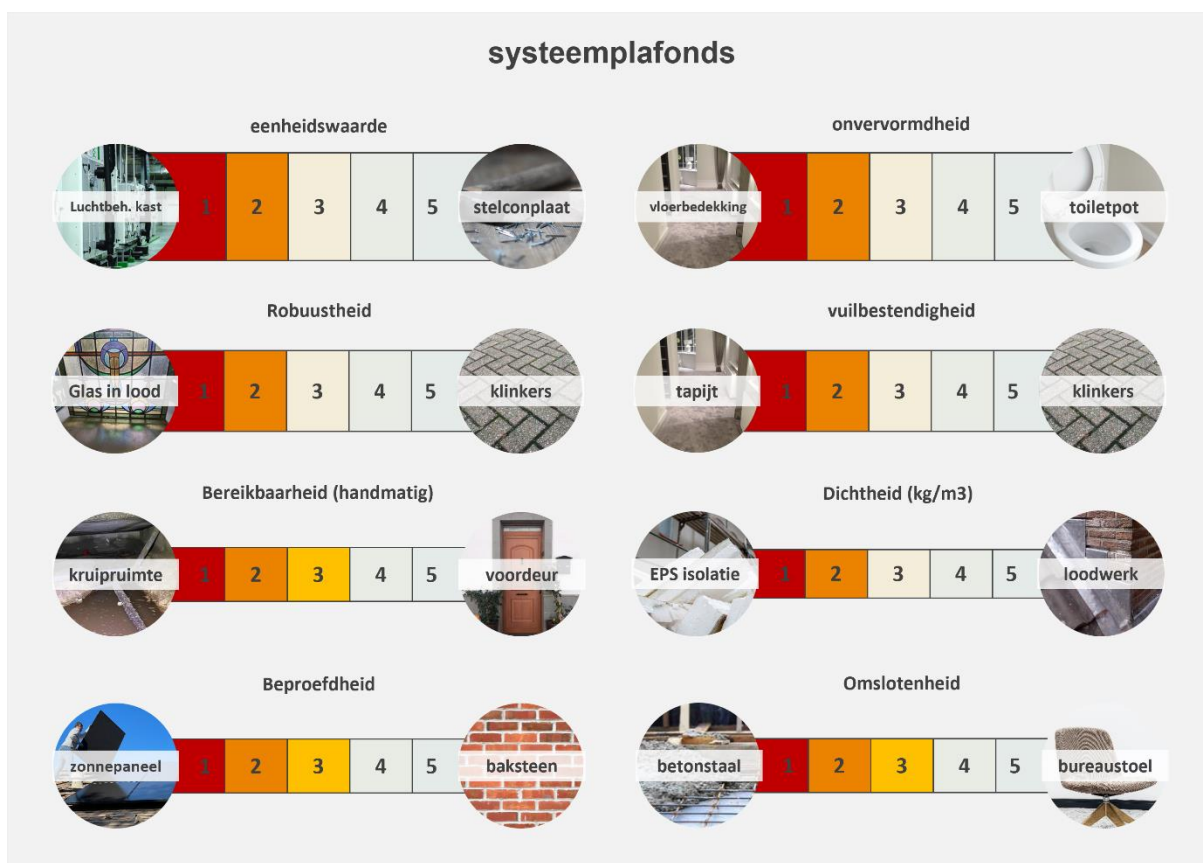
- Bouw keukens op uit losse (standaard) units die uit elkaar kunnen. Hierdoor kan de configuratie van een keuken makkelijk worden aangepast waardoor (onderdelen van) de keukens eerder een nieuwe eigenaar vinden.
- Zorg dat de deurtjes van keukenkastjes makkelijke uitwisselbaar zijn. Hiermee kan de stijl van een keuken makkelijk worden aangepast.
- Zorg dat de units vast zitten met een kliksysteem dat makkelijk zichtbaar is. In tegenstelling tot het losschroeven van veel verbindingen die moeilijk zichtbaar zijn, zou een kliksysteem slopers verleiden om te demonteren.
- Zorg dat de units draagbare afmetingen hebben. Zodat ze allemaal door 1 persoon omlaag gedragen kunnen worden. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat het nodig is om het keukenblad op te delen in twee stukken.
- Opklapbare kastjes. Om het transport omlaag nog makkelijker te maken, kan gekeken worden naar kastjes die als een soort verhuisdoos opgevouwen kunnen worden. voor de kastjes is namelijk het volume de bottleneck voor het aantal dat je omlaag kunt vervoeren, niet het gewicht. Als je er 2 of 3 tegelijk zou kunnen tillen zou dat veel tijd schelen.

9.2 Systeemplafondplaten

Hiermee worden plafonds bedoeld die aan een verdiepingvloer hangen om een strak uiterlijk en geluidsabsorptie te waarborgen. Meestal zijn het witte rechthoekige elementen van minerale wol of gips met dezelfde afmetingen die in een raster van aluminium frames liggen. Hieronder de belangrijkste obstakels voor het hergebruiken van zo'n product. Veel slopers hergebruiken deze platen niet maar er ontstaan nu initiatieven die ermee experimenteren. De verwachting is daarom dat het in toekomst wel vaker voorkomt. Daarmee is de herbruikbaarheidsscore ongeveer 3.

- **Onvervormdheid.** Systeemplafonds bevatten ook lampen en andere installaties. Vaak is het zo dat plafondplaten op maat zijn gemaakt om die elementen in te passen. De op maat gemaakte platen zijn vervolgens niet goed meer bruikbaar.
- **Bereikbaarheid (handmatig).** De plafondplaten moeten met de hand uit het aluminium frame getild worden. Er moet een steiger of een ladder in de ruimte worden neergezet omdat de platen anders te hoog zijn om bij te kunnen. Hierdoor is het meer gedoe. Dit is helaas niet iets waar makkelijk iets aangedaan kan worden.
- **Omslotenheid.** De plafondplaten zijn losmaakbaar maar liggen wel in een frame waardoor ze eerst omhoog geduwd moeten worden en gedraaid voordat ze eruit getild kunnen worden.
- **Lage eenheidswaarde.** De omslotenheid valt opzich mee: dit maakt het iets bewerkelijk om het product te pakken. Echter is dit wel een handeling die honderden keren uitgevoerd moet worden omdat het om kleine elementen gaat. De lage eenheidswaarde van de platen zorgt ervoor dat dit al snel niet de moeite waard is.
- **Robuustheid.** Het loshalen van de elementen duurt ook langer doordat ze makkelijk beschadigen: hoekjes kunnen afbreken bijvoorbeeld. Daarom moet alles voorzigtiger.
- **Dichtheid.** Sommige plafondplaten zijn van gips en andere zijn van minerale wol. Vooral die laatste categorie is erg licht. Ook is eerder al vastgesteld dat de platen niet veel kosten. Voor het opslaan en vervoeren van een bepaalde waarde is dus relatief veel ruimte nodig.

- **Beproefdheid.** Smaken veranderen. sommige plafondplaten vinden we er nu ouderwets.
- **Vuilbestendigheid.** Over de jaren worde de witte platen grau. Dit wordt niet getolereerd door potentiële kopers omdat het heel erg in het zicht zit en kantooreigenaren juist extra waarde hechten aan een stakke uitstraling. Opnieuw coaten is ingewikkeld vanwege de geluidsabsorberende eigenschappen. Soms laat waterschade ook grote vlekken achter.

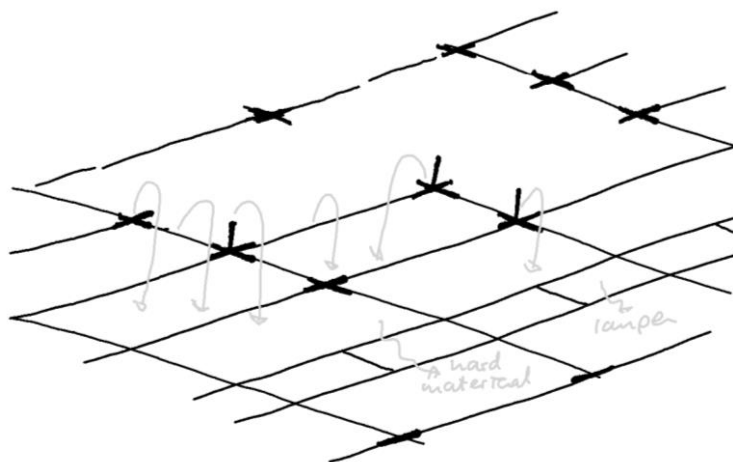


afbeelding 51 scorekaart voor system plafonds

Op basis van de obstakels kunnen ideeën worden opgesteld voor een beter herbruikbaar systeem:

- **Grotere elementen.** Bijvoorbeeld twee keer zo lang. Veel plafondplaten zijn 60x60 cm, dat is ruim onder het formaat dat op een pallet past en zeker onder het gewicht dat een man kan dragen. Bij elementen van 60x120 cm moeten per plaat ongeveer dezelfde handelingen worden verricht, maar dan voor het dubbele oppervlak.
- **Stevigere platen.** Een keerzijde van grotere plafondplaten is dat ze sneller breken tijdens handling. De platen moeten dus buigstijf zijn en ook niet afbrokkelen. Metaal met gaatjes, hout of een hardere soort kunststof komen in gedachten op: die zijn buigstijver terwijl ze niet meer ruimte in beslag nemen.
- **Systemen en lampen tussen de platen.** Je kunt plafondplaten en de verlichten bundelen in aparte rijen. Dan hoeven ze niet op maat gesneden te worden en is er dus geen snijafval.
- **Gebruik een vuilbestendig materiaal.** Dit kan bijvoorbeeld door een glad materiaal met een rooster toe te passen of te kiezen voor een systeem dat niet wit is zoals hout.

- Gebruik een materiaal dat voor iets anders gebruikt kan worden. de mode over 20 jaar is moeilijk te voorspellen dus er is een goede kans dat een nieuw systeem dat nu wordt bedacht dan niet in de smaak valt. Recyclebaar materiaal is daarom een goede keuze.
- Herbruikbaar frame. De gebruikelijke manier van demontage is om het frame te laten zitten en de platen er tussenuit te tillen. Het frame wordt daarna gesloopt omdat het fragiele metaal economischer is om gewoon te recyclen in plaats van hergebruiken. Daarom moeten de platen van onderaf gepakt worden. Als het frame zelf uit losse stukken gbestaat die makkelijk losmaakbaar zijn, wordt er niet alleen meer hergebruikt maar wordt het ook interessant om het frame gelijktijdig met de platen weg te halen. Op die manier hoeven de platen niet van onderaf verwijderd te worden maar kan het ook van boven (als het frame als weg is). In afbeelding 52 is gepoogd om dit te illustreren.

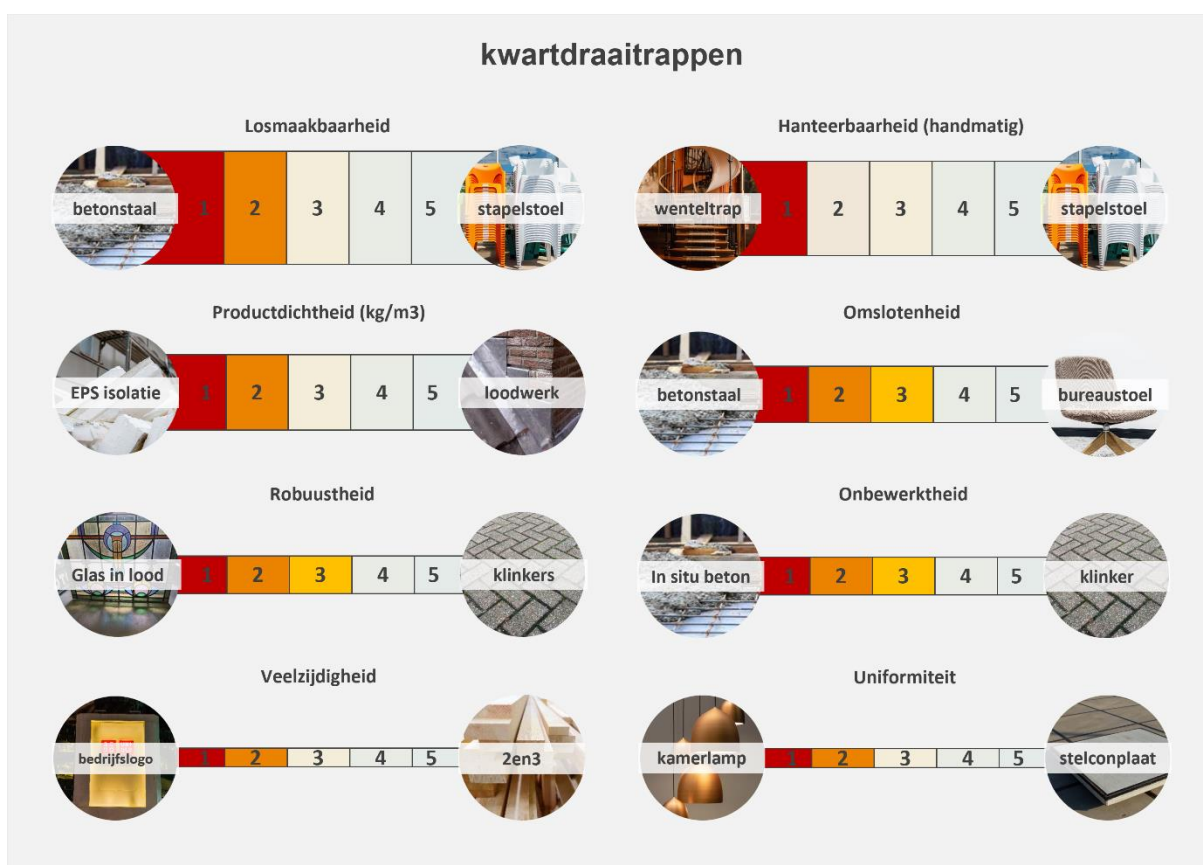


afbeelding 52 suggestie voor een gefragmenteerd frame

9.3 Kwartdraaitrap (binnen huis)

- **Productdichtheid.** Het materiaal waar kwartdraaitrappen van gemaakt is, is niet licht maar de ruimtelijke vorm zorgt dat het veel ruimte in beslag neemt.
- **Losmaakbaarheid.** Dit soort trappen zitten vaak stevig aan de muur vast. Slopers geven aan dat het een kwestie is van proberen voordat ze erachter komen of het los kan of niet. Vaak is dat het moment om te besluiten dat hergebruik niet de moeite waard is.
- **Onbewerktheid.** In sommige gevallen zit er bijvoorbeeld tapijt om een trap geplakt: iets wat een volgende gebruiker wellicht liever niet heeft. Het kost moeite om dit te verwijderen en kan lijmresten achterlaten.
- **Omslotenheid.** Een kwartdraaitrap is vaak ingesloten tussen 2 of 3 muren. Daardoor is het lastiger om het los te krijgen van de muur. Net als de losmaakbaarheid en de slechte hanteerbaarheid kan dit slopers ontmoedigen om het te demonteren.
- **Hanteerbaarheid (handmatig).** Veel slopers geven aan dat het een vervelende klus is om gedraaide trappen een woning uit te krijgen bij renovatie: het is makkelijk voor te stellen dat zo'n lomp product moeilijk door de deur past. Dit is een grote bottleneck. Bij totaalsloop wordt er daarom vaker voor gekozen om de trap met de grijper te pakken nadat het dak weg is. Dit is wel een moment waarop schade kan optreden

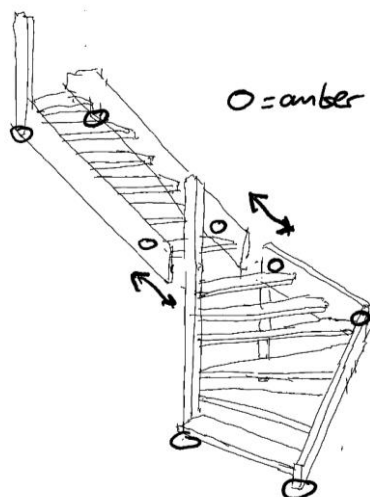
- **Robuustheid.** Kwartdraaitrappen in huis kunnen in uitzonderlijke gevallen van breekbare materialen zijn zoals glas. In verreweg de meeste gevallen gaat het om hout – dat is niet per se heel breekbaar maar kan wel makkelijk beschadigen op het moment dat ervoor wordt gekozen om het met de grijper uit het huis te halen tijdens totaalsloop – zeker als het stevig vast gelijmd is.
- **Uniformiteit / veelzijdigheid.** Dit obstakel heeft meestal te maken met het vinden van kopers. Dit wordt vaak niet als probleem genoemd door slopers omdat een trap duur is en er dus altijd mensen zijn die opzoek zijn naar een goedkoop, tweedehands alternatief. Echter blijft het een nadeel dat een deel van de kwartdraaitrappen op maat gemaakt is (niet uniform dus). Hout is een veelzijdig product dat je voor iets anders zou kunnen gebruiken maar ook dat is vaak niet het geval bij gedraaide trappen vanwege de bijzondere vormen.



afbeelding 53 scorekaart voor kwartdraaitrappen

- **Niet vastlijmen aan de muur.** In gevallen waarbij lijm essentieel is voor stabiliteit kan worden gekeken naar losmaakbare ankers als alternatief. Vier punten waar de trap aan de benedenvloer en bovenverdieping vastzit en een aantal makkelijk zichtbare ankers in de trapboom die tegen de muur zit.
- **Pas een steektrap toe.** In veel gevallen zal het bij grondgebonden woningen qua vloeroppervlak efficiënter zijn om een kwartdraaitrap toe te passen. Wanneer de keuze er is, is een steektrap vanuit een herbruikbaarheidsperspectief echter veel geschikter. Ze hebben minder bevestigingspunten nodig voor stabiliteit, er is minder opslagruimte nodig, ze zijn makkelijker het huis uit te tillen en ze zijn makkelijker op maat te maken.

- Pas zoveel mogelijk rechte delen toe van hout. Dit sluit aan op het laatst genoemde voordeel van steektrappen. Hout zou voor iets anders gebruikt kunnen worden als de sloper genoodzaakt is om de trap uit elkaar te halen, maar alleen als de onderdelen gangbare maten hebben: de trapbomen kunnen een plank worden als ze niet gedraaid zijn en de treden kunnen in een andere trap worden gebruikt als ze standaard maten hebben
- Losmaakbare delen. Waarschijnlijk loont het niet voor slopers om alle treden los te maken op locatie om de trap uit het huis te krijgen. Waarschijnlijk loont het wel als de trap in twee of drie delen het gebouw uit kan. Hier wordt het een technisch verhaal en ik ben geen trappenexpert maar zie afbeelding 46 als suggestie. Feedback is welkom.

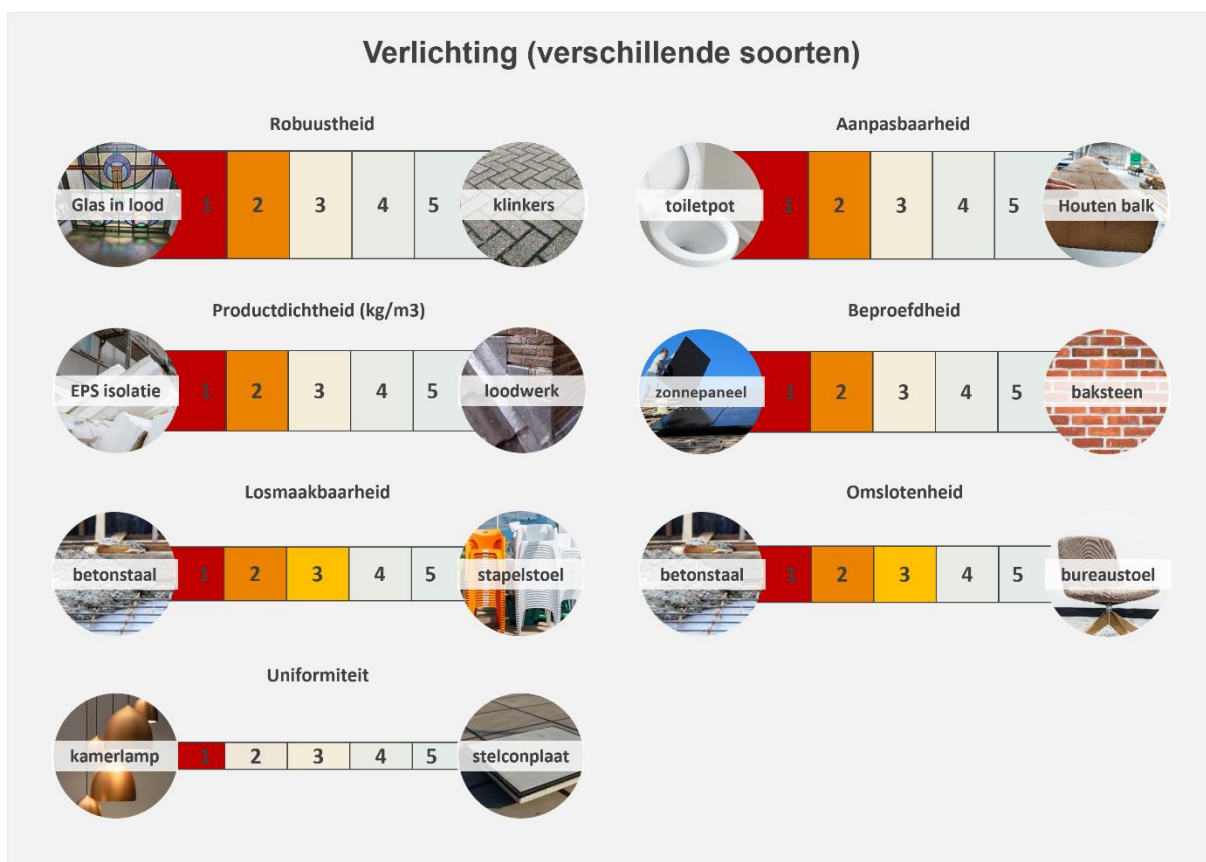


afbeelding 54 suggesties voor een herbruikbare trap

9.4 Verlichting

- **Uniformiteit.** Er zijn zo ontzettend veel verschillende lampen. Gelukkig zijn er ook heel veel smaken. Dit betekent wel dat veel lampen geadverteerd moeten worden voor het vinden van een koper. Dit geldt natuurlijk niet voor doorsnee TL-verlichting in kantoren.
- **Beproefdheid.** Verlichting heeft tegenwoordig een hoger rendement dan 20 jaar geleden. Met name voor grootschalige lichtplannen vormt dit een probleem: kantooreigenaren willen energie besparen en gaan dus geen minder efficiënte lichtbakken tweedehands aanschaffen.
- **Aanpasbaarheid.** Dit heeft weer betrekking op de grootschalige kantoorverlichting. TL-buizen zitten vast aan drivers. Om de lampbehuizing te upgraden moeten deze drivers vervangen worden naar een type dat bijvoorbeeld ledverlichting ondersteunt. Dit is moeilijk.
- **Losmaakbaarheid.** Hier komt ook een stukje professionaliteit bij kijken. De bedrading moet zorgvuldig losgemaakt worden in veel lampen. Hierbij moet ook zeker zijn dat de electra is afgelsloten. Bij sommige grootschalige verlichting zitten tl-lampen met stekkers vast boven een systeem plafond. Dat is makkelijk.
- **Omslotenheid.** Het nadeel van een systeemplafond is dat het plafond eerst weg moet voordat men bij de bevestiging van de lampen kan.
- **Robuustheid.** Dit speelt een belangrijke rol bij het transport en handling van lampen. Vaak zijn lampen nou eenmaal fragiel. In een ruwe omgeving zoals een sloopproject moet daarom goed worden nagedacht over manieren om lampen te verpakken: soms betekent dit dat er even een kistje getimmerd moet worden.

- **Productdichtheid.** Lampen hebben vaak bijzondere, elegante vormen waardoor ze als geheel veel ruimte in beslag nemen. In combinatie met robuustheid betekent dit niet alleen dat er verpakkingsmateriaal nodig is maar ook nog eens VEEL verpakkingsmateriaal.



afbeelding 55 scorekaart voor verschillende soorten verlichting

- **Uitwisselbare onderdelen.** Zoals uit gesprekken met slopers blijkt, moeten drivers vaak vervangen worden. zorg in ieder geval dat naast het bolletje of de tl-buis ook de driver makkelijk uitwisselbaar is.
- **Vermijd breekbare componenten.** Voorbeelden van breekbare onderdelen zijn glas, dunne metalen stangen, fragiele verbindingpunten. Vermijd dat.
- **Kies een compacte vorm.** TL-bakken in systeemplafonds zijn hier een goed voorbeeld van: die zijn rechthoekig en dus stapelbaar. Als design lampen een hele ruimtelijke vorm hebben, zorg er dan in ieder geval voor dat het op te vouwen, rollen, of in te schuiven is.
- **Gebruik recyclebaar materiaal.** Met name voor lampen die massaal geproduceerd worden. Als ze om wat voor innovatie dan ook overbodig worden, is het wenselijk dat de onderdelen van verschillende materialen makkelijk los van elkaar komen en recyclebaar zijn. Denk aan het gebruik van 1 soort kunststof.
- **Maak lampen met een stekker.** Aan het begin van de levenscyclus hoeft de monteur alleen een stekker te bevestigen in plaats van een lamp. Aan het einde scheelt dit veel gepruts.
- **Zorg dat lampen goed bereikbaar zijn.** En niet deels in het (systeem)plafond verstopt.

10 Bronnen

- 1) *Het dak slopen*. (n.d.). Geschiedenis. <https://tt-geschiedenis.weebly.com/het-dak-slopen.html>
- 2) Patrick. (2020, April 20). *Slopen, wat komt er bij kijken* - Kopenenklussen.nl. Kopenenklussen.nl. <https://kopenenklussen.nl/slopen-wat-komt-er-bij-kijken/>
- 3) *Figure 1 Shearing layers of Change (Brand, S. 1994)*. (n.d.). ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/Shearing-layers-of-Change-Brand-S-1994_fig1_228865622
- 4) *| Building enclosure*. (n.d.). <https://www.buildingenclosureonline.com/blogs/14-the-be-blog/post/90583-embodied-carbon-and-the-shearing-layers-of-change>

