

Platform CB'23 – Leidraad

Kwaliteitsbeoordeling en -borging bij hergebruik uit bestaande bouw

Versie 1.0 – 29 juni 2023

Platform CB'23 – Toekomstig hergebruik



Deze leidraad is zorgvuldig opgesteld. Desondanks kunnen fouten en onvolledigheden niet worden uitgesloten. Deze leidraad mag gedeeld worden en de inhoud mag – met bronvermelding – gebruikt worden in afgeleide werken. Platform CB'23, de betrokken organisaties en leden van actieteams aanvaarden echter geen aansprakelijkheid verband houdend met dit document. Dat geldt ook bij directe of indirecte schade ontstaan door toepassing van dit document.

Voorwoord

Het is algemeen bekend dat we toe moeten naar een circulaire economie. Een belangrijke stap op deze route is het hergebruik van producten uit bestaande bouwwerken. Hergebruik van producten betekent elementen of bouwproducten opnieuw toepassen in een ander bouwwerk. Een project waarbij producten vrijkomen, vormt in dat geval als het ware de bouwmarkt voor een ander (nieuwbouw)project: sloopprojecten worden donorprojecten.

Deze manier van werken, vergt een omschakeling vanuit het huidige systeem. Het bouw- en sloopproces moet worden aangepast om hergebruik mogelijk te maken.

Een belangrijk aspect bij hergebruik is de kwaliteitsbeoordeling en -borging van producten. Dat is het onderwerp van deze leidraad. Voorafgaand aan hergebruik moet de kwaliteit van donorproducten beoordeeld worden. Vervolgens is het van belang deze kwaliteit te borgen in het gehele proces.

Tot op heden waren er weinig documenten die ingaan op en adviezen geven over kwaliteitsbeoordeling en -borging bij hergebruik. Dit document doet dat wel: voor soorten elementen en bouwproducten en voor alle stappen in het hergebruikproces. Ook worden de adviezen geïllustreerd met voorbeeldprojecten.

Met deze leidraad willen we mensen inspireren en adviseren om het hergebruikproces beter in te richten en te zorgen dat hergebruik in de toekomst de nieuwe standaard wordt. Om dat te bereiken zal deze leidraad moeten worden doorontwikkeld en regelmatig moeten worden geactualiseerd omdat de hergebruikmarkt sterk in beweging is.

Platform CB'23

Platform CB'23 (Circulair Bouwen 2023) zet zich in voor afspraken over circulariteit in de bouw. Binnen het platform gaan betrokken partijen (onder meer marktpartijen, beleidsmakers en wetenschappers) in gesprek om tot gedragen afspraken te komen. Dat doen zij in verschillende actieteams. Dit document is opgesteld door het actieteam *Toekomstig hergebruik*.

Voorzitter

Agnes Schuurmans

Coördinatoren

Annemarie Stap NEN

Suzanne Dietz NEN

Rapporteur

Arnaud Bom PgUp Tekst

Werkstudent

Zakaria Semlali NEN

Werkgroeptrekkers:

Thijs Noordhoek Nebest

Wouter van den Berg Nebest

Werkgroepleden:

Adrie van der Burgt Heijmans

Bas Slager Repurpose en MateriaalScout

Bram Kroon
Heleen Geerts
Erik Hoven
Jan Pieter den Hollander
John Otten
Linda van der Hoorn
Lisa de Winter
Maik Knuiman
Marija Nedeljković
Mees Willemsen
Nico Scholten
Rutger Veldhuijsen
Siska Valcke

IDDS
W/E Adviseurs
VERAS Sloopaannemers
Bouwen met staal
HEVO
Horizon Projecten
Nebest
We do! Sustainable projects
TU Delft
VolkerRail
Expertisecentrum Regelgeving Bouw
Omgevingsdienst NZKG
TNO

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
I Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Toepassingsgebied	7
1.3 Versimpeld systeem	9
1.4 Ontwikkeling hergebruikmarkt	9
1.5 Leeswijzer	10
2 Voortraject	12
2.1 Inleiding	12
2.2 Impact	12
2.3 Personen/houding	13
2.4 Vanuit de opdrachtgever (push)	14
2.4.1 Algemeen	14
2.4.2 Per project	14
2.5 Vanuit de sloper (push)	15
2.6 Vanuit de opdrachtgever (pull)	16
2.7 Vanuit de bouwer (pull)	16
3 Matchmaking	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Matchmaking vanaf de pushkant	18
3.2.1 Aanbod kenbaar maken	18
3.2.2 Nader uitzoekwerk	18
3.2.3 Verkoop	18
3.3 Matchmaking vanaf de pullkant	19
3.3.1 Scouten	19
3.3.2 Inkoop	20
3.4 Afstemming push en pull	20
3.5 Tussenhandel	22
4 Kwaliteitsonderzoeken	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Beoordelingslijst voor hergebruik	24
4.3 Kaders kwaliteitsonderzoeken constructieve producten	28
4.3.1 Algemene kaders	28
4.3.2 Hergebruikparameters	29
4.3.3 Onderzoeken	32
4.4 Kwaliteitsonderzoeken beton	32
4.4.1 Hergebruikparameters	32
4.4.2 Onderzoeken	33
4.5 Kwaliteitsonderzoeken staal	34
4.5.1 Hergebruikparameters	34
4.5.2 Onderzoeken	34
4.6 Kwaliteitsonderzoeken metselwerk	35
4.6.1 Hergebruikparameters	35
4.6.2 Onderzoeken	35
4.7 Kwaliteitsonderzoeken hout	36
4.7.1 Hergebruikparameters	36
4.7.2 Onderzoeken	37

5	Uitvoering.....	39
5.1	Sloop/demontage.....	39
5.1.1	Stoffeninventarisatie.....	39
5.1.2	Projectwerkplan en demontageplan.....	40
5.1.3	Sloop.....	41
5.1.4	Stoffenverantwoording/overdracht.....	41
5.2	Transport en opslag.....	42
5.3	Oplevering en ingebruikname.....	42
6	Leerervaringen uit projecten.....	43
6.1	B&U.....	43
6.2	GWW.....	51
7	Aanbevelingen.....	54
7.1	Blijf de thema's uit deze leidraad ontwikkelen.....	54
7.2	Stimuleer de markt voor hergebruik.....	54
	Literatuur.....	55

I Inleiding

I.1 Achtergrond

We gaan toe naar een nieuwe vorm van bouwen: circulair bouwen in plaats van lineair bouwen. Lineair bouwen is erop gericht zo efficiënt en goedkoop mogelijk te bouwen. Er is echter gebleken dat dit systeem niet houdbaar is. Als we de planeet leefbaar willen houden voor de generaties na ons, moet er iets veranderen: er is een transitie nodig. Dat geldt ook voor de bouw. Daarom hebben steeds meer mensen en organisaties de motivatie om circulair te bouwen.

Binnen circulair bouwen is hergebruik een belangrijk onderwerp. Door producten opnieuw in te zetten, creëren we minder afval en gebruiken we minder grondstoffen. Uiteraard zijn ook andere onderwerpen belangrijk binnen de circulaire bouw, zoals milieu-impact, minder bouwen en bouwen met minder materialen of 'biobased' materialen, het adaptief vermogen van bouwwerken vergroten (onder meer door overdimensionering) en levensduurverlenging.

Producten uit bestaande bouwwerken hergebruiken, gebeurt al op kleine schaal. Hergebruik uit bestaande bouwwerken is wel lastiger dan hergebruik in de toekomst mogelijk maken, omdat data over bestaande bouwwerken vaak onvoldoende zijn vastgelegd en omdat bestaande bouwwerken vaak niet zijn ontworpen voor hergebruik. Producten in bestaande bouwwerken zijn bijvoorbeeld niet losmaakbaar en daardoor soms moeilijker toepasbaar in een ander bouwwerk.

Om producten uit bestaande bouwwerken te hergebruiken, moeten deze van goede kwaliteit zijn en blijven. Ze moeten bijvoorbeeld goede mechanische eigenschappen hebben en een lange restlevensduur. Producten zullen alleen hergebruikt worden als de kwaliteit ervan kan worden aangetoond (beoordeeld) en geborgd.

Deze leidraad biedt een raamwerk voor kwaliteitsbeoordeling en -borging van te hergebruiken producten uit bestaande bouwwerken. Er zijn al initiatieven voor specifieke productgroepen op dit onderwerp, maar een overkoepelend raamwerk ontbrak. Daardoor worden op dit moment minder producten hergebruikt dan mogelijk. Als producten al worden hergebruikt, gebeurt dat vaak in een laagwaardigere toepassing omdat de kwaliteit van producten uit hergebruik niet goed is te beoordelen en te borgen. Met deze leidraad willen we eraan bijdragen dat partijen in de bouw vaker producten uit bestaande bouwwerken hergebruiken, beter weten wat ze van deze producten kunnen verwachten omdat de kwaliteit van de producten goed is beoordeeld en goed wordt geborgd.

I.2 Toepassingsgebied

Deze leidraad is toepasbaar op:

- de hele bouw (B&U en GWW);
- de elementen en bouwproducten uit bestaande bouwwerken (voor deze schaalniveaus gebruiken we de overkoepelende term 'producten') – zie figuur 1;
- constructieve en niet-constructieve producten;
- alle productgroepen in de bouw;
- het hele proces van hergebruik: van de eerste wens of inventarisatie tot de toepassing in het nieuwe bouwwerk.

Schaalniveau	Voorbeelden	
	B&U	GWW
Gebied	Campus inclusief groen	
Complex	Campus	
Bouwwerk	Woonmodule, flexwoning	Viaduct, brug
Element	Gevel-, dak- of vloerelement	Brugdek, landhoofd
Bouwproduct	Kozijn, raam, deur, rooster, spouwmuurisolatie	Voorgespannen betonnen ligger
Materiaal	Isolatieplaat, houten regelwerk	Beton, staal
Grondstof	Hout, staal, isolatievezel, grind, zand	Zand, grind, cement, hoogovenslak

} Product voor hergebruik
} Toepassingsgebied leidraad

Figuur I – Schaalniveaus toepassingsgebied leidraad

Deze leidraad is gericht op de schaalniveaus elementen en bouwproducten, maar inzichten eruit kunnen ook gebruikt worden bij het beoordelen van materialen of (tijdelijke) bouwwerken voor een volgende cyclus.

De nadruk in deze leidraad ligt op constructieve producten. Bij die producten is de grootste behoefte aan kwaliteitsborging en -beoordeling. Dat komt doordat de kwaliteit van constructieve producten veel impact heeft op de kwaliteit van een bouwwerk: een constructie die niet voldoet, brengt grote risico's met zich mee. Ook is de kwaliteit van constructieve producten meestal moeilijker te beoordelen en borgen dan die van niet-constructieve producten. De leidraad is echter ook op niet-constructieve producten van toepassing.

In deze leidraad gebruiken we de term 'kwaliteit' breed. Een product voor hergebruik is van goede kwaliteit als het aan alle functionele eisen voor de nieuwe toepassing voldoet en binnen de kaders van de huidige wet- en regelgeving in het nieuwe bouwwerk kan worden gemonteerd en kan worden gebruikt voor de gewenste periode.

Deze leidraad gaat in op de 'harde', technische kant en de 'zachte', menselijke kant van kwaliteitsbeoordeling en -borging. Onder de harde kant vallen onder meer technische kwaliteitsonderzoeken en bijbehorende normen. Onder de zachte kant vallen de mensen en processen die nodig zijn om de kwaliteit te borgen. Het gaat daarbij onder meer om de visie op hergebruik, de juiste houding van mensen en matchmaking tussen de sloop- en bouwkant.

Voor de sloop- en de bouwkant gebruiken we in de leidraad verschillende termen omdat de meest intuïtieve term per context verschilt. Tabel I geeft een overzicht van deze termen.

Tabel I – Termen voor de twee kanten van het hergebruikproces

Bouwwerk waaruit product komt	Bouwwerk waarin product wordt toegepast
Push (materialen komen de markt op)	Pull (materialen worden uit de markt onttrokken)
Donorproject	Adoptieproject
Sloop	Bouw

Deze leidraad biedt een algemeen raamwerk voor kwaliteitsbeoordeling en -borging dat kan worden gebruikt om afspraken te maken voor de kwaliteitsbeoordeling en -borging van specifieke productgroepen. Ook gaat deze leidraad op hoofdlijnen in op kwaliteitsonderzoeken voor producten van de vier meestgebruikte constructieve materialen (beton, staal, hout en metselwerk), omdat de

sector daar het meeste behoefte aan heeft. Ook die kwaliteitsonderzoeken zullen echter verder moeten worden uitgewerkt voor productgroepen binnen die materialen.

Deze leidraad is bedoeld voor opdrachtgevers (zowel aan de sloop- als bouwkant), bouwers, slopers¹, tussenhandelaren en adviserende partijen. De leidraad bevat ook aanbevelingen voor beleidsmakers.

1.3 Versimpeld systeem

In deze leidraad gaan we uit van een enigszins versimpeld systeem voor hergebruik qua rollen en fasen. Hiervoor is gekozen omwille van de leesbaarheid. In de praktijk is elk hergebruikproject anders en kunnen rollen en fasen er dus ook anders uitzien.

Er wordt in deze leidraad uitgegaan van de volgende rollen:

- opdrachtgever aan de pushkant;
- sloper;
- opdrachtgever aan de pullkant;
- bouwer.

In de praktijk wordt de rol van sloper soms ook intern ingevuld, met name in de GWW. Ook kunnen in de praktijk tussenhandelaren tussen de push- en de pullkant een rol spelen.

Er wordt in deze leidraad uitgegaan van de volgende fasen aan de pushkant:

- huidig/start;
- voorbereiding demontage;
- demontage;

Er wordt in deze leidraad uitgegaan van de volgende fasen aan de pullkant:

- huidig/start;
- ontwerp;
- voorbereiding nieuwbouw;
- realisatie;
- gebruik.

Tussentijds vindt matchmaking en transport plaats en eventueel reparatie en opslag.

Deze fasen zijn weergegeven in figuur 2. In de praktijk zijn fasen in hergebruikprojecten soms overbodig of vinden ze tegelijk plaats.

1.4 Ontwikkeling hergebruikmarkt

Bij hergebruik is het goed om onderscheid te maken tussen twee typen producten:

- veelvoorkomende, gestandaardiseerde producten waar veel vraag naar is. Voorbeelden zijn deuren, kozijnen en stalen profielen;

¹ Waar 'sloper' staat, kan je ook 'sloopaannemer' of 'amoveerder' lezen. In deze leidraad gebruiken we 'sloper' en 'sloper' omdat deze termen gangbaarder zijn. Vanuit de gedachte van circulair bouwen heeft de term 'amoveren' de voorkeur.

- ontwerpspecifieke producten die moeten passen in het donorproject. Voorbeelden zijn betonnen liggers, balkonhekken en complete gevelpuien.

Op dit moment is voor beide typen producten actieve matchmaking nodig – blijkt uit succesvolle hergebruikprojecten. Dat heeft gevolgen voor het proces van kwaliteitsbeoordeling en -borging. Om aan te sluiten bij de praktijk van de komende jaren is ervoor gekozen ook de zachte kant hiervan (zie 1.2) te behandelen in deze leidraad.

Als de hergebruikmarkt zich verder ontwikkelt, en vraag en aanbod van hergebruikte producten toeneemt, zal voor veelvoorkomende producten de noodzaak voor matchmaking minder worden (zie 3.5). Inzichten over matchmaking uit deze leidraad zijn op dat moment voor deze producten minder van toepassing of overbodig.

1.5 Leeswijzer

Figuur 2 bevat een overzicht van alle fasen van een hergebruikproject, zowel van de sloop- (push) als bouwkant (pull). Deze figuur geeft ook weer hoe de hoofdstukken van deze leidraad zich verhouden tot deze fasen. Op hoofdlijnen zijn de hoofdstukken chronologisch geordend.

Hoofdstuk 2 beschrijft van beide kanten (push en pull) de processen voordat de andere kant (pull of push) in beeld komt en voordat kwaliteitsonderzoeken plaatsvinden. Het gaat hier onder meer om de organisatievisie, hergebruikwens en de eerste inventarisatie. Hier wordt al op hoofdlijnen duidelijk welke kwaliteit geborgd moet worden.

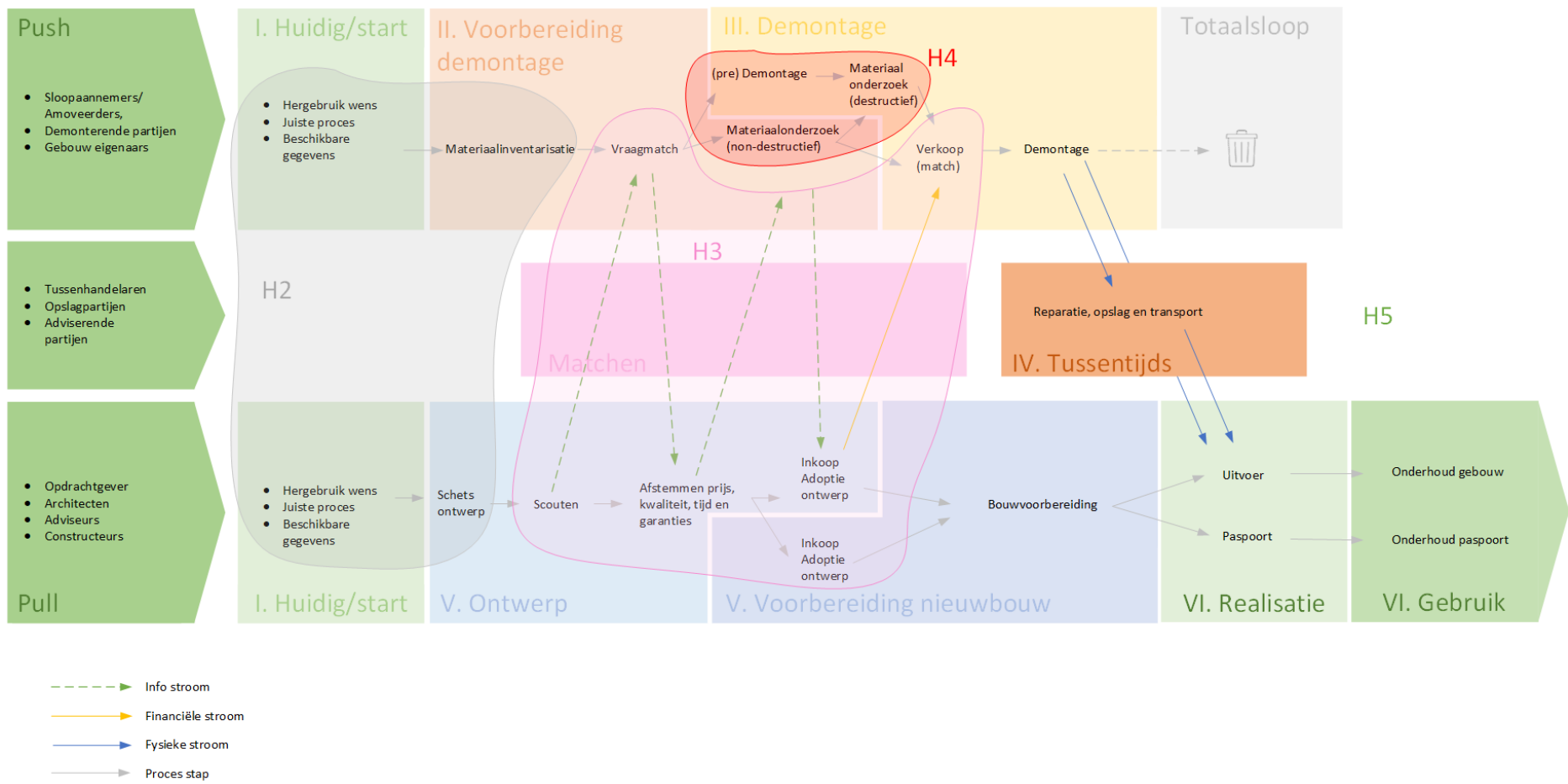
Hoofdstuk 3 beschrijft de ‘zachte kant’ van de volgende fase, die loopt tot het moment van verkoop/inkoop: het matchmakingsproces. Een goed matchmakingsproces is een vorm van kwaliteitsborging: het zorgt dat de pullkant de gewenste kwaliteit krijgt en het zorgt voor afspraken en samenwerkingsprocessen die nodig zijn om die kwaliteit te borgen. Ook laat het matchmakingsproces zien op welke momenten in het proces kwaliteitsonderzoeken (de ‘harde kant’) nodig zijn.

Hoofdstuk 4 beschrijft de ‘harde kant’ van grofweg dezelfde fase als hoofdstuk 3: de kwaliteitsonderzoeken. Voor de vier meestgebruikte constructieve materialen wordt op hoofdlijnen beschreven welke onderzoeken een rol kunnen spelen.

Hoofdstuk 5 gaat over het traject vanaf de sloop/demontage tot aan het gebruik van het product in het nieuwe bouwwerk. In deze fase moet worden geborgd dat de gemaakte afspraken worden nagekomen. Ook moeten partijen voorkomen dat kwaliteitsverlies optreedt.

Hoofdstuk 6 bevat inspirerende en leerzame praktijkvoorbeelden van kwaliteitsbeoordeling- en kwaliteitsborginghergebruiktrajecten.

Hoofdstuk 7 bevat aanbevelingen om kwaliteitsbeoordeling en -borging verder te ontwikkelen, onder meer voor beleidsmakers.



Figuur 2 – Hoofdstukindeling leidraad

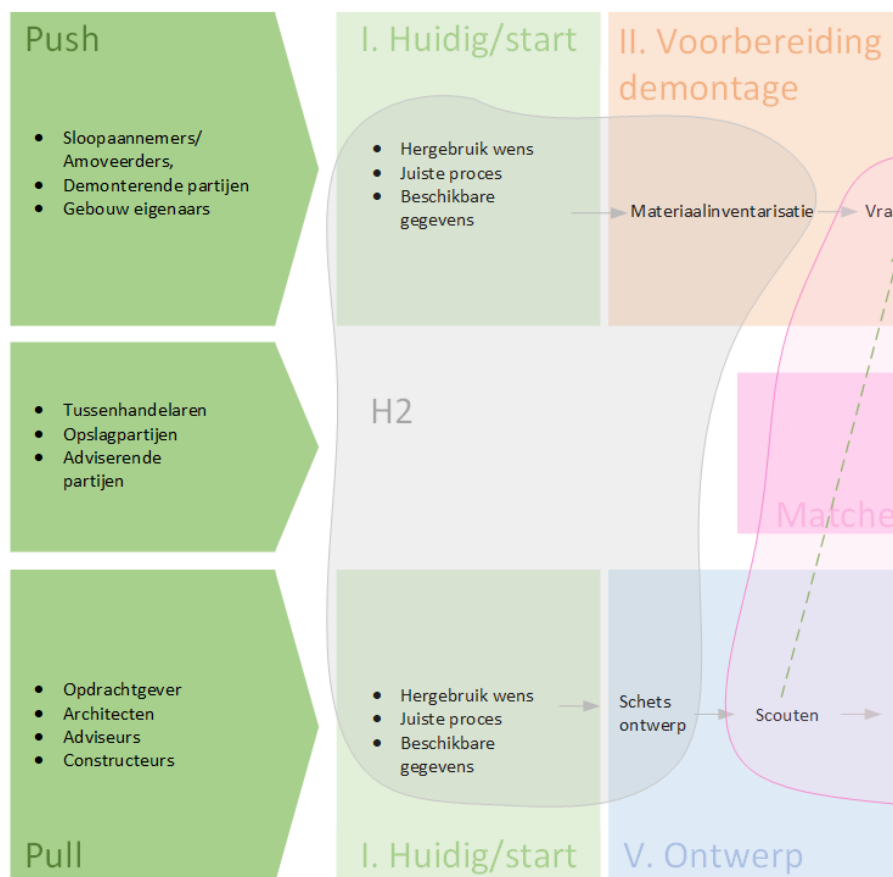
2 Voortraject

2.1 Inleiding

Organisaties die willen bijdragen aan hergebruik, beginnen niet direct aan het matchmakingsproces. Eerst zijn aan beide kanten (push en pull) stappen nodig waarbij de andere kant (pull of push) nog geen rol speelt. Dit hoofdstuk beschrijft die stappen. Het gaat daarbij onder meer om de visie op organisatieniveau en de eerste inventarisatie op projectniveau. Dit is de basis voor het matchmakingsproces dat in hoofdstuk 3 wordt beschreven.

In het algemeen geldt: hoe eerder je begint aan het voortraject, hoe beter. Voor sommige producten duurt het namelijk lang voordat duidelijk is of, hoe en door welke partij deze kunnen worden hergebruikt.

Figuur 3 toont de plek van hoofdstuk 2 in het hergebruiktraject.



Figuur 3 – Plek hoofdstuk 2 in het hergebruiktraject

2.2 Impact

Als je als organisatie wilt bijdragen aan hergebruik, doe je dat om bij te dragen aan de drie doelen van circulair bouwen (zie Platform CB'23, 2022):

- materiaalvoorraden beschermen;
- milieu beschermen;

- bestaande waarde behouden.

Het is goed om als organisatie circulariteit en hergebruik te verankeren in je visie. Dat doe je door te formuleren hoe jouw organisatie aan deze drie doelen kan en wil bijdragen. Dat verschilt uiteraard per organisatie. Bedenk waar jouw organisatie de grootste winst kan halen en kijk daarbij breder dan alleen hergebruik. Soms bereik je meer door bijvoorbeeld minder materialen te gebruiken, biobased materialen te gebruiken, de levensduur van bouwwerken te verlengen of bouwwerken adaptiever te maken.

Om een goede visie op circulariteit te formuleren, heb je informatie nodig. Bijvoorbeeld over de huidige CO₂-uitstoot van je organisatie of over hoeveel producten of bouwwerken je organisatie bezit en inkoop.

De visie van je organisatie is idealiter het vertrekpunt voor alle projecten rond hergebruik. In je visie bepaal je welke *kwaliteit* je nastreeft in die projecten. Alleen als je dat weet, kun je die kwaliteit beoordelen en borgen. Je weet dan bijvoorbeeld welke KPI's je moet formuleren of welke eisen en criteria je moet gebruiken in uitvragen.

2.3 Personen/houding

Als jouw organisatie wil bijdragen aan hergebruik, is het goed om aandacht te besteden aan de personen en de houding die daarvoor nodig zijn. In hergebruikprojecten is het namelijk vaak nodig om af te wijken van de gebaande paden en de 'traditionele' rollen. Dat komt doordat hergebruik nog niet de standaard is. Hergebruikprojecten zijn niet per se duurder of ingewikkelder dan lineaire projecten, maar wel anders: ook als het gaat om kwaliteitsbeoordeling en -borging.

Selecteer voor hergebruikprojecten intern bij voorkeur mensen die:

- intrinsiek gemotiveerd zijn voor circulair bouwen en affiniteit hebben met hergebruik (idealiter heeft iemand hier ook ervaring mee);
- graag nieuwe dingen willen doen en leren;
- om kunnen gaan met onverwachte situaties en oplossingsgericht denken.

Je kunt deze kwaliteiten bijvoorbeeld achterhalen door te vragen wat iemand zou doen als iets plotseling niet kan.

Is het moeilijk om intern geschikte mensen te vinden? De *Leidraad Circulair Inkopen* (Platform CB'23, 2021) bevat aanbevelingen om te zorgen dat meer medewerkers affiniteit krijgen met circulariteit. Ook succesvolle pilots kunnen een rol spelen bij het motiveren van medewerkers.

Voor succesvol hergebruik is het belangrijk om projectteams goed te begeleiden en te ondersteunen. Nieuwe projectteams kunnen dit niet uit zich zelf.

Beslissers in je organisatie moeten achter hergebruik staan. Als een beslisser er bijvoorbeeld vanuit gaat dat hergebruik tijdrovend, duur, gevaarlijk, lelijk of onhaalbaar is, zal een hergebruikproject niet snel succesvol zijn.

Het is ook goed om aandacht te besteden aan de personen en houding bij de partijen waarmee je samenwerkt (zie 3.4).

2.4 Vanuit de opdrachtgever (push)

2.4.1 Algemeen

Als je als opdrachtgever aan de pushkant hergebruik mogelijk wilt maken, moet je een overzicht hebben van je eigen bouwwerkportefeuille. Dat bereik je door gegevens over je bouwwerken goed vast te leggen, bijvoorbeeld in paspoorten voor de bouw (Platform CB'23, 2022b).

Je moet het overzicht hebben van welke bouwwerken je bezit, wat (op hoofdlijnen) de kwaliteit is van die bouwwerken, welke producten erin zijn toegepast en op welk moment welke bouwwerken gesloopt gaan worden. Hergebruik vraagt om een goede planning. Een hergebruikproject dat je ad hoc start, heeft minder kans van slagen.

Met de gegevens over je bouwwerkportefeuille kun je regelmatig een herbruikbaarheids-scan (laten) uitvoeren. Daarbij breng je in kaart welke producten mogelijk geschikt zijn voor hergebruik en welke informatie relevant is voor een potentiële afnemer. Voer een herbruikbaarheids-scan laagdrempelig uit en doe nog geen intensief onderzoek (zie hoofdstuk 4). Kijk ook naar kansen om producten opnieuw toe te passen in je eigen bouwwerken. Dit maakt het proces van kwaliteitsbeoordeling en -borging eenvoudiger.

Verzorg bouwwerken in je portefeuille goed, om de levensduur van je bouwwerken te verlengen, kwaliteit en waarde te behouden en de kans op hergebruik te vergroten. Dit doe je door het bouwwerk zorgvuldig te gebruiken, tijdig te onderhouden en te repareren en door leegstand van gebouwen te voorkomen (vanwege kou en de kans op inbraak).

2.4.2 Per project²

Als opdrachtgever aan de pushkant formuleer je per project de donordoelstellingen, bij voorkeur op basis van je organisatievisie op circulariteit (zie 2.2.). Deze doelstelling neem je op in de scope van het project, bijvoorbeeld in het programma van eisen (PvE). Meestal is een donordoelstelling om zo veel mogelijk producten zo hoogwaardig mogelijk te hergebruiken, binnen de kaders van het project.

Verzamel vroegtijdig informatie

Verzamel zo vroeg mogelijk informatie over het bouwwerk en de producten erin. Hierbij gaat het in ieder geval om informatie over:

- verplichte onderzoeken naar schadelijke stoffen (asbest, chroom-6, enz.);
- (typen gebruikte materialen en verbindingen in) de oorspronkelijke bouw;
- de gebruiks- en verbouwinggeschiedenis.

Paragraaf 4.2 bevat een uitgebreide beoordelingslijst voor hergebruik. Bekijk welke informatie over welke onderdelen daarvan in deze fase al relevant is.

Stukken die relevante informatie voor hergebruik kunnen bevatten, zijn onder meer:

- een paspoort voor de bouw (indien aanwezig);
- LCA's die zijn opgesteld bij oplevering;
- bouwwerkttekeningen en contractstukken van de oorspronkelijke bouw en verbouwingen;
- bestekteksten en oorspronkelijke productbladen van de fabrikant;
- tekeningen (van onder meer bouwkundige, constructieve, brandwerende en elektrotechnische aspecten en van klimaatinstallaties). Denk hierbij onder meer aan plattegronden, doorsnedes en detaillering;
- bouwverslagen van tussentijdse aanpassingen;

² De inhoud van deze paragraaf is mede gebaseerd op Repurpose 2022.

- inspectierapporten;
- schademeldingen;
- foto's van het bouwwerk (binnenkant en buitenkant in de B&U);
- contactgegevens van de laatste bouwwerkbeheerder. Deze weet vaak uit ervaring welke producten nog functioneren.

Selecteer vroegtijdig een passende sloper

Selecteer voor de demontage/sloop een sloopaannemer met een passende visie (zie 2.2) en houding (zie 2.3) en ervaring met het (laten) demonteren van producten voor hergebruik. Ook belangrijk is dat de sloper iemand in dienst heeft die verantwoordelijk is voor het verkopen van vrijkomende producten. Vraag de sloopaannemer naar diens hergebruikvisie voor het specifieke project (kansen, werkwijze) en naar de financiële kant (is de verkoop van producten voor hergebruik onderdeel van de prijs of vindt na verkoop een verrekening plaats?).

Geef de sloper genoeg tijd en informatie om een offerte op te stellen. Deel de beschikbare bouwwerkinformatie met de sloper (zie hierboven) en laat de sloper vroegtijdig en zo lang als nodig het bouwwerk bezichtigen. Om in te schatten of er verkoopbare producten voor hergebruik in het bouwwerk zitten, is een bezichtiging van een half uur meestal niet genoeg. Geef de sloper bij voorkeur twee maanden om de offerte op te stellen.

Selecteer de sloper zo vroeg mogelijk. Dit maakt de kans op een hergebruikmatch en verkoop groter. Geef de sloper na gunning bij voorkeur minstens drie maanden de tijd voor demontage en verkoop.

Is er toch te weinig tijd om producten uit het bouwwerk te verkopen? Selecteer dan een sloper met een eigen werf van waar deze producten verkocht kunnen worden en betrek eventueel een gespecialiseerd sloopmanagementbureau. Kies deze oplossing alleen als er geen alternatief is. Vanuit een bouwwerk verkopen, is vaak gunstiger omdat dan geen voorinvesteringen nodig zijn voor demontage, opslag, (online) verkopen en het afvoeren van onverkochte producten. Bij verkoop vanaf een werf demonteert een sloper bovendien alleen producten die overduidelijk kansrijk zijn om te verkopen. Vanaf een werf zal een sloper niet snel ontwerp-specifieke producten verkopen (zie 1.4), waardoor de kans op hergebruik afneemt.

Zorg in alle gevallen dat de daadwerkelijke verkoop verifieerbaar is. Dit kan bijvoorbeeld met de *Verificatieregeling circulair sloopproject* (SVMS, 2023).

2.5 Vanuit de sloper (push)

Als je als sloper hergebruik mogelijk wilt maken, moet je je hierin specialiseren. Dat doe je door ervaring op te doen met het (laten) demonteren voor hergebruik en het verkopen van producten voor hergebruik. Ook is het belangrijk om een netwerk op te bouwen voor samenwerking en voor het verkopen van vrijkomende producten. Bouw het netwerk waar mogelijk lokaal op om transport voor hergebruikte producten te beperken. Kijk ook naar andere branches: wat voor de ene branche afval is, kan voor een andere branche bruikbaar inputmateriaal zijn.

Zorg als sloper dat je voor een hergebruikproject voldoende tijd krijgt van de opdrachtgever (zie 2.4.2). Probeer zo vroeg mogelijk in gesprek te komen en vraag om voldoende tijd om een bouwwerk te inspecteren, een offerte op te stellen, een bouwwerk te demonteren en om producten uit het bouwwerk te verkopen. Vraag opdrachtgevers ook altijd om alle beschikbare informatie over het bouwwerk. Bespreek ook of er wensen of mogelijkheden zijn om producten ter plekke te hergebruiken.

2.6 Vanuit de opdrachtgever (pull)

Als opdrachtgever aan de pullkant formuleer je per project de adoptiedoelstellingen op basis van je organisatievisie op circulariteit en hergebruik (zie 2.2.). Beperk het aantal producten uit hergebruik als een team voor het eerst met hergebruik werkt. Als een onervaren team veel tegelijk wil, is het risico dat juist weinig wordt bereikt. Een ervaren team kan de 80/20-regel toepassen op impact (zie 2.2). Je kijkt dan welke 20% van de producten samen 80% van de impact (bijvoorbeeld in termen van materiaalvoorraden of uitstoot) veroorzaken.

Maak één persoon, met de juiste houding (zie 2.3) en de juiste bevoegdheden, verantwoordelijk voor de voortgang op de adoptiedoelstellingen.

Maak een ruime planning en breng de hergebruikwens zo vroeg mogelijk in kaart. Een match vinden (zie hoofdstuk 3) en een kwaliteitsonderzoek doen (zie hoofdstuk 4) kost vaak tijd. In hergebruikprojecten is de kans op onverwachte situaties en tegenslagen bovendien groter. Als je geen passende hergebruikmatch vindt, kan het bijvoorbeeld zo zijn dat het ontwerp moet worden aangepast.

Betrek vroegtijdig alle belangrijke partijen. Belangrijke partijen zijn uiteraard een ontwerper/architect, met de juiste houding (zie 2.3), maar ook eindgebruikers (zodat zij weten wat ze kunnen verwachten), welstand (om vertraging te voorkomen) en het bevoegd gezag.

2.7 Vanuit de bouwer (pull)

Als je als bouwer hergebruik mogelijk wilt maken, moet je je hierin specialiseren. Bouw ervaring op met hergebruikprojecten, houd je kennis actueel en bouw een netwerk op in jouw branche. Een netwerk is belangrijk voor samenwerking en expertise en voor het inkopen van vrijkomende producten voor hergebruik (zie 2.5).

Werk samen met partners met de juiste houding (zie 2.3.). Het gaat daarbij om ketenpartners die de risico's in hergebruikprojecten willen delen (zie ook 3.2) en om opdrachtgevers die de daadwerkelijke kosten voor hergebruik willen betalen of bepaalde risico's accepteren.

Laat opdrachtgevers in offertes het verschil zien tussen de kosten voor een nieuw product en een product uit hergebruik. Neem partners die nog geen affiniteit hebben met circulair bouwen mee in de verandering naar circulair bouwen.

3 Matchmaking

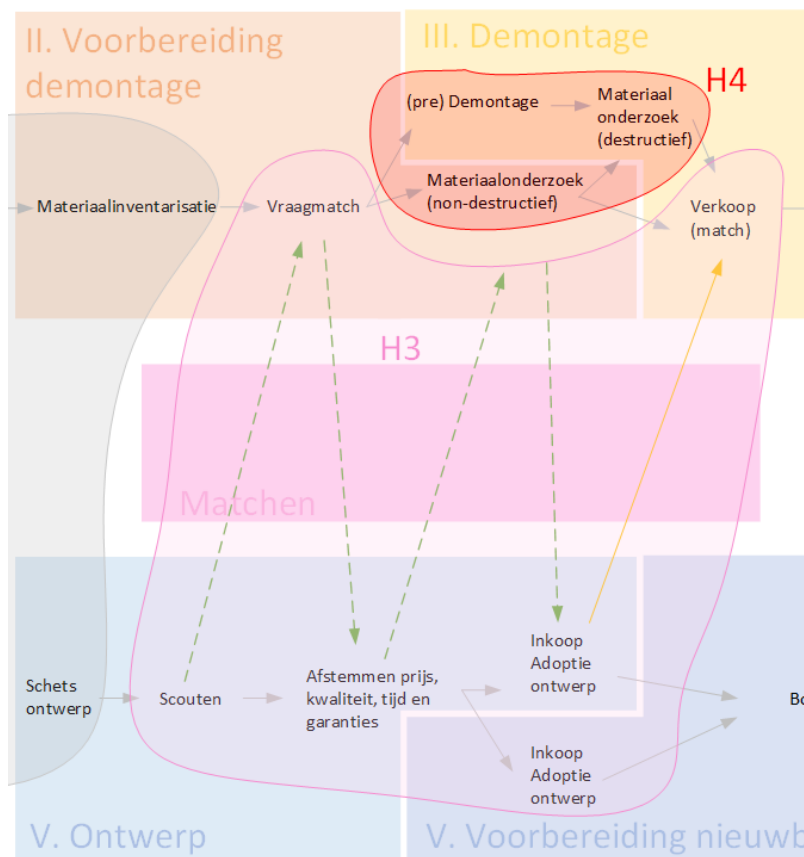
3.1 Inleiding

Als een partij van de push- of pullkant een hergebruikwens heeft en de voorbereidende stappen uit hoofdstuk 2 heeft gezet, begint de volgende fase. Dit is de fase van het matchmakingsproces waarin vraag (pull) en aanbod (push) bij elkaar komen. Deze fase loopt tot het moment waarop het te hergebruiken product verkocht/gekocht wordt. In de toekomst wordt voor veelvoorkomende standaardproducten naar verwachting de fase van matchmaking minder van toepassing of overbodig (zie 1.4).

De fase van matchmaking heeft een 'zachte', menselijke kant, van personen en processen (qua samenwerking en timing) en een 'harde', technische kant van producten en kwaliteitsonderzoeken. Beide kanten zijn even belangrijk voor succesvol hergebruik. Het matchmakingsproces is zo sterk als de zwakste schakel hierin.

Dit hoofdstuk beschrijft de zachte kant van de matchmakingsfase (zie figuur 4). De harde kant komt aan bod in hoofdstuk 4. In dit hoofdstuk verwijzen we wel naar de momenten in het proces waarop de kwaliteitsonderzoeken uit hoofdstuk 4 een rol kunnen spelen.

Een goed matchmakingsproces is een noodzakelijke vorm van kwaliteitsborging voor ontwerpspecifieke producten en voor standaardproducten, zolang de hergebruikmarkt daarvoor klein is (zie 1.4). Matchmaking zorgt dat de pullkant de kwaliteit krijgt die gevraagd wordt en het zorgt voor (momenteel zo efficiënt mogelijke) afspraken en samenwerkingsprocessen die nodig zijn voor kwaliteitsborging.



Figuur 4 – Plek hoofdstuk 3 in het hergebruiktraject

3.2 Matchmaking vanaf de pushkant

3.2.1 Aanbod kenbaar maken

Vanaf de pushkant begint matchmaking nadat de opdrachtgever een sloper heeft geselecteerd (zie 2.4.2). Als sloper (of tussenhandelaar) maak je het aanbod kenbaar aan potentiële afnemers. Dit kun je doen via je eigen netwerk of via marktplaatsen of platforms voor hergebruik.

Als je voor een ontwerpspecifiek product een potentiële afnemer vindt, is vaak extra informatie nodig om de kwaliteit van het product vast te stellen. Dure en tijdrovende kwaliteitsonderzoeken in het lab (zie hoofdstuk 4) doe je immers niet voordat er een potentiële afnemer is. Vaak is in de matchmakingsfase dus nader uitzoekwerk nodig (zie 3.2.2).

Soms is het nodig om een product te (pre-)demonteren voordat je het kunt verkopen. Dit is vaak het geval bij producten waarbij alleen destructief onderzoek kan uitwijzen of het kan worden hergebruikt. Dit is vooral een goede optie als het doel van het project is om zoveel mogelijk producten aan te bieden voor hergebruik (en kostenoverwegingen minder belangrijk zijn).

3.2.2 Nader uitzoekwerk

Als nader uitzoekwerk nodig is, is het goed om eerst naar de planning van beide kanten (push en pull) te kijken. Als er aan een van beide kanten geen tijd is voor nader uitzoekwerk, is er geen hergebruikmatch.

Als er tijd is voor nader uitzoekwerk, is het goed om eerst te zoeken naar informatie die makkelijk is te achterhalen en daarna pas naar informatie die moeilijker is te achterhalen. Soms blijkt op basis van makkelijk achterhaalde informatie dat een product toch niet voldoet. Op deze manier worden dan onnodige onderzoekskosten voorkomen.

Voorbeeld makkelijk en moeilijk te achterhalen informatie: klimaatkast

Als van een klimaatkast voor hergebruik de afbeeldingen onbekend zijn, is het makkelijk om deze te achterhalen. De kwaliteit van een klimaatkast is moeilijker te achterhalen.

Bij de moeilijker te achterhalen informatie is het belangrijk om goed af te spreken wie welk (kwaliteits)onderzoek uitvoert en wie de eventuele kosten hiervoor betaalt (zie ook 3.4). Daarbij gaat het bijvoorbeeld om de kosten voor laboratoriumonderzoek. Als afnemer en verkoper kun je de kosten voor het onderzoek delen. Je kunt ook afspreken dat de afnemer het onderzoek pas betaalt als het product blijkt te voldoen aan de adoptieomschrijving (zie 3.3.1).

Neem alle kosten mee als je afspraken over de kosten maakt. Denk bijvoorbeeld ook aan kosten voor logistiek, controle en het opwaarderen van het product.

3.2.3 Verkoop

Als de pullkant (met of zonder nader uitzoekwerk) besluit het product te kopen, stel je als sloper een offerte op. Neem daarin in ieder geval op:

- bekende productinformatie met beeldmateriaal;
- gemaakte afspraken, bijvoorbeeld over garanties en verantwoordelijkheden;
- mankementen aan het product als die er zijn, inclusief foto's. Wees hierbij specifiek en duidelijk om te voorkomen dat de afnemer spijt krijgt of voor verrassingen komt te staan.

3.3 Matchmaking vanaf de pullkant

3.3.1 Scouten

Matchmaking vanaf de pullkant begint met het 'scouten' van kansrijke producten. Maak hiervoor een adoptielijst met daarin per te scouten product:

- de **omschrijving** (specificaties) van het product;
- het **beste moment** (timing) om te scouten;
- wie **verantwoordelijk** is voor de aankoop.

Welke producten op de adoptielijst staan, kan per fase van het project verschillen.

Voorbeeld veranderende adoptielijst: complete hal

In de VO-fase kan een complete hal op de adoptielijst staan. Als duidelijk is dat een complete hal niet te vinden is, kunnen stalen portalen en een gebouwschil aan de adoptielijst worden toegevoegd.

Omschrijving

Omschrijf waar een te hergebruiken product aan moet voldoen. Formuleer een omschrijving die past bij het adoptieproject ('smal'), maar wel zoveel mogelijk aanbod oplevert ('breed'). Formuleer geen onnodig 'strengere eisen'. Het is goed om de omschrijving functioneel op te stellen, zodat ook niet-standaardoplossingen binnen de omschrijving passen. Een open, maar niet té open omschrijving, werkt het beste.

Voorbeeld omschrijving: specificatie deuren

Een specificatie '50 deuren' levert veel aanbod op, maar ook veel aanbod dat niet past. Een bestektekst van een pagina voor 50 deuren levert waarschijnlijk geen aanbod op.

Timing

Bij het scouten van producten is ook de timing van belang. Zoek hierbij een passend evenwicht tussen de volgende twee factoren:

- Vroeg scouten heeft als voordeel dat de kans op een match toeneemt en dat er tijd is voor een alternatieve oplossing (aanpassing in het ontwerp, het product nieuw kopen) als een match uitblijft. Vroeg scouten is vooral handig voor producten die van grote invloed zijn op het uit te werken ontwerp.
- Laat scouten heeft als voordeel dat de periode tot toepassing in het nieuwe bouwwerk korter wordt (kortere opslag, minder kans op schade). Laat scouten is vooral handig voor bouwproducten die (vrijwel) geen invloed op het ontwerp hebben.

Voorbeeld timing: houten balken

Het is niet verstandig om in de VO-fase houten balken voor binnenwanden te scouten. Als je in deze fase balken scout, moet je die onnodig lang opslaan. Het is ook niet handig deze balken te scouten op het moment dat je nieuwe balken (van primair materiaal) zou moeten bestellen om de planning te halen. Als een match dan uitblijft, loopt de realisatie uit. Een goed moment om houten balken te scouten is een paar maanden voordat je de balken van primair materiaal zou moeten bestellen.

Verantwoordelijkheid

Maak afspraken met de bouwer over wie welk product scout en inkoop. Het is vooral belangrijk om dit te doen als al tijdens de ontwerpfase (VO) producten moeten worden ingekocht. Op dat moment moet een van de partijen budget hebben om dat te doen. Als er nog geen (onder)aannemer betrokken is die kan inkopen, dan koopt vaak de opdrachtgever zelf in als een directielevering.

3.3.2 Inkoop

De persoon of het team dat verantwoordelijk is voor de inkoop zoekt op basis van de adoptielijst in het eigen netwerk en op marktplaatsen naar geschikte producten. Benader, als een aanbod lijkt te passen in de adoptieomschrijving, de verkoper. Vaak is bij een match extra uitzoekwerk nodig om de kwaliteit van het product vast te stellen en tot aankoop over te gaan. Het proces daarvoor, voor zowel de push- als pullkant, is beschreven in 3.2.2.

Vraag voor de inkoop de verkoper altijd om een offerte. Geef duidelijk aan wat daarin opgenomen moet worden (zie 3.2.3). Spreek goed af wie welke verantwoordelijkheid heeft voor het product (bijvoorbeeld over de logistiek) tot aan het toepassen in het nieuwe bouwwerk. Ga pas akkoord met de offerte als daarin alles staat wat is afgesproken. Zo minimaliseer je de kans op tegenvallers.

3.4 Afstemming push en pull

De kans op succesvol hergebruik is groter als de push- en de pullkant:

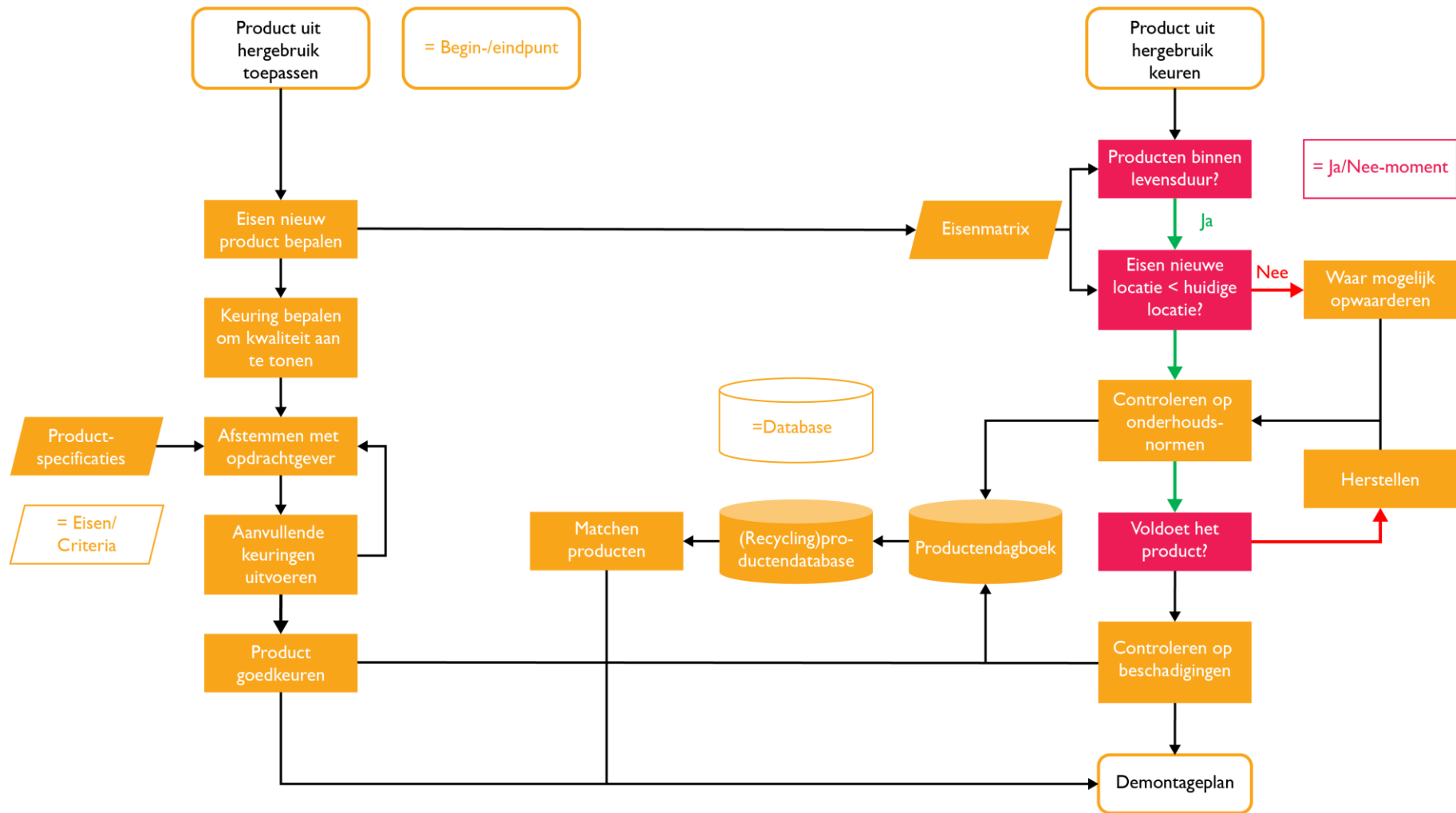
- hun **planningen zo vroeg mogelijk afstemmen** of zelfs integreren: dit versnelt het proces omdat kwaliteitsonderzoeken (zie hoofdstuk 4) eerder kunnen plaatsvinden;
- **duidelijke afspraken maken** over wie waarvoor verantwoordelijk is, wie wat betaalt en hoe de kwaliteit wordt beoordeeld (zie 3.2.2, 3.3 en de lijst hieronder);
- nauw **samenwerken** en **informatie delen**.

Figuur 5 bevat een schema dat gebruikt kan worden voor de afstemming tussen de push- en pullkant. Figuur 5 eindigt met het demontageplan: het beginpunt van hoofdstuk 5.

Er zijn verschillende afspraken mogelijk over wie verantwoordelijk is voor de kwaliteit:

- Opdrachtgever aan de pullkant, bouwer/aannemer en sloper (leverancier van de te hergebruiken producten) nemen **gezamenlijk** de verantwoordelijkheid voor de kwaliteit. Dit vergroot het wederzijdse vertrouwen omdat de opdrachtgever aan de pullkant de oorsprong van het product kent en de weg die het product heeft afgelegd.
- **Eén persoon of partij** neemt de verantwoordelijkheid voor de kwaliteit op zich. Dit kan de (hoofd)aannemer zijn (net zoals in lineaire nieuwbouwprojecten ³), maar er zijn ook projecten waarin dit de opdrachtgever aan de pullkant is of een tussenpartij zoals een gespecialiseerde handelaar.

³ De Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Rijksoverheid, 2023) stelt de aannemer aansprakelijk voor gebreken die niet toegerekend kunnen worden aan anderen, zoals de architect of constructeur, wanneer deze niet onder de verantwoordelijkheid vallen van de aannemer.



Figuur 5 – Schema afstemming push- en pullkant in het matchmakingsproces

3.5 Tussenhandel

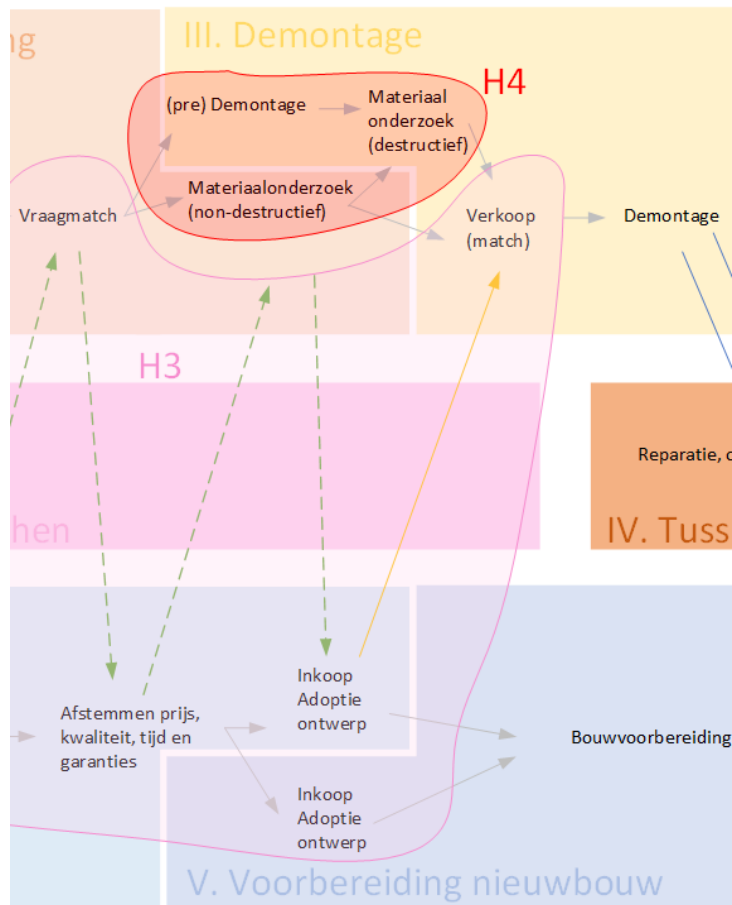
Voor ontwerp-specifieke producten zal matchmaking nodig blijven. Voor veelvoorkomende standaardproducten waar veel vraag naar is, zal steeds meer een markt ontstaan, waarbij matchmaking overbodig wordt of als vanzelf via specifieke partijen of platforms verloopt (1.4).

Een product voor hergebruik kan dan worden gedemonteerd en beoordeeld zonder dat het adoptiebouwwerk bekend is. Het product wordt vervolgens ingekocht door een tussenhandelaar die het verkoopt vanuit een opslaglocatie, net zoals dat gebeurt met een nieuw product.

4 Kwaliteitsonderzoeken

4.1 Inleiding

Tijdens de matchmakingsfase (hoofdstuk 3), en soms kort daarna, zijn vaak kwaliteitsonderzoeken nodig om te bepalen of het te hergebruiken product voldoet aan de eisen. Dit is de 'harde' kant van de matchmakingsfase. Dit hoofdstuk gaat dieper in op die harde kant. Figuur 6 geeft de plek van dit hoofdstuk in het hergebruiktraject weer. Welke onderzoeken nodig zijn, hangt onder meer af van de productomschrijving van het adoptieproject (zie 3.3.1) en de informatie die al beschikbaar is.



Figuur 6 – Plek hoofdstuk 4 in het hergebruiktraject

Dit hoofdstuk begint met een beoordelingslijst met alle onderwerpen waarvoor kwaliteitsonderzoek nodig kan zijn (4.2). Deze lijst is geschikt voor constructieve en niet-constructieve producten. Daarna gaan we verder in op kwaliteitsonderzoeken voor constructieve producten (4.3 t/m 4.7). Voor de vier meestgebruikte constructieve materialen bespreken we de kwaliteitsonderzoeken.

De nadruk ligt op constructieve producten omdat de sector daar het meest behoefte aan heeft (zie 1.2). Voor hergebruik van deze producten is in het algemeen meer informatie en dus meer onderzoek nodig dan voor hergebruik van niet-constructieve producten.

4.2 Beoordelingslijst voor hergebruik

Tabel I - Beoordelingslijst voor hergebruik⁴ van producten

Beoogde doelstelling	Beoordeling of een (aangeboden) product geschikt is voor hergebruik in het adoptiebouwwerk ⁵		Keuring/ beoordeling
	<i>(Eventueel) uit te voeren kwaliteitsonderzoeken</i>	<i>Toelichting met voorbeelden</i>	
Belemmeringen product voor hergebruik	Beoordelen staat van het product, (bijvoorbeeld de materiaaldegradatie) om uitspraak te doen over instandhouding voor hergebruik in relatie tot de bouwregelgeving (Bouwbesluit 2012 en met de Omgevingswet het Besluit bouwwerken leefomgeving)	Visuele inspectie op bijvoorbeeld corrosie, houtrot, scheuren, verbuiging, plastische vervorming, carbonisatie, chloride-indringing en schade door brand	Aantekeningen
	Onderzoeken naar in het verleden uitgevoerde handelingen	Bijvoorbeeld door uitgezaagde sparingen	Opsomming
	Beoordelen haalbaarheid reparatie (repair)	Bewerkingsmogelijkheden, ook bijvoorbeeld door opdikken of lijmwapening	
	Onderzoeken aanwezige verboden en giftige stoffen, als sprake is van emissie (zie 5.1.1.)	Bijvoorbeeld asbest, zware metalen (onder andere chroom-6), PAK en PCB	Opsomming
	Onderzoeken haalbaarheid verwijdering of afscherming verboden en giftige stoffen	Resultaat kan een definitieve belemmering vormen	Aantekeningen
	Beoordelen esthetische kwaliteit (conditie, kleuren en vormen)	Stel de vraag: hoe kritisch wil je zijn bij hergebruik, bijvoorbeeld als het gaat om kleur	Foto's toevoegen
	Onderzoeken haalbaarheid aanpassing (refurbish, remanufacture)		
Haalbaarheid product voor beoogd hergebruik	Beoordelen maatvoering, eventueel met aanpassing (ruimtelijke inpassing)	Indirect toetsing aan eisen bruikbaarheid Bouwbesluit 2012, bijvoorbeeld lengte houten balk en deurhoogte	

⁴ Hiermee worden de R-principes reuse, repair, refurbish, remanufacture en repurpose bedoeld.

⁵ Met deze beoordelingslijst kun je ook aannemelijk maken dat een product voor hergebruik voldoet aan de technische eisen van het Bouwbesluit 2012 (Rijksoverheid, 2012).

	Onderzoek haalbaarheid reparatie (repair)	Bijvoorbeeld het verhogen van een oude deur	
	Onderzoeken methode van demontage (zie 5.1)	Bijvoorbeeld zagen, schroeven, knippen en trekken	
	Beoordelen losmaakbaarheid	Bijvoorbeeld gevolgen zaag- en breekwerk	
	Beoordelen haalbaarheid transport (vervoeren naar adoptieproject, zie 5.2)	Zowel technisch als financieel	Kilometers
	Oppervlakte, gewicht en vorm van het product	Geeft een beeld van welk soort transport nodig is (bijvoorbeeld begeleid transport)	
	Aantal transporten en wijze transport	Transport kan bijvoorbeeld alleen 's nachts	
	Kosten transport	Afhankelijk van aantal/soort producten en afstand	Euro's
	Beoordelen tijdelijke opslag (indien nodig) (zie 5.2)		
	Verwachte overbruggingsduur		Tijd
	Verwachte opslagkosten	Afhankelijk van hoe op te slaan, bijvoorbeeld vanwege het weer	Euro's
	Onderzoeken methodes voor montage in het adoptiebouwwerk (remontage)	Bijvoorbeeld de manier van inhijzen bij een verbouwing (herbestemming)	
Geschiktheid product vanwege ouderdom en kwaliteit mede gecorreleerd aan beoogde restlevensduur	Onderzoeken bouwjaar van het donorbouwwerk	Uit het gemeentearchief of bij de bouwwerkeigenaar	
	Onderzoeken jaar van plaatsing product, als dit afwijkt van het bouwjaar	Uit bestekken of productbladen	
	Alternatief: Bepaling door (tijd)kenmerkendheid van het product en gedrag in de tijd in het donorbouwwerk		
	Vaststellen restlevensduur van het product	Gebruik ook eerdere beoordelingen van de staat	In bijlage
Mechanische en andere materiaaleigenschappen van het product	Onderzoek naar de mechanische en andere materiaaleigenschappen door:	Welk onderzoek nodig is, hangt af van de toepassing in het adoptiebouwwerk	
	Analyseren nog aanwezige berekeningen en tekeningen	Uit gemeentearchief of bij de bouwwerkeigenaar	

	Onderzoek naar de functie van het product	Voorbeelden van functies van een product zijn belastingdragend (constructief), brandscheidend of onderdeel van een buitenschil	
	Onderzoek product door proeven	Voorbeelden zijn röntgenproeven, ultrasone proeven en belastingtesten	In bijlage
	Onderzoeken kwaliteit via nog aanwezige kwaliteits- of prestatieverklaring	Wettelijk bewaartermijn voor de producent is minimaal 10 jaar	
	Geldende normen bij de plaatsing, tijdens de bouw van het donorbouwwerk of bij een latere verbouwing	Deze geven een beeld van de belasting(factoren) en methodieken van berekeningen	NEN-norm
	Vaststellen materiaalsterkte (bijvoorbeeld druk, trek, afschuif)	Eventueel door ondergrensbenadering of een forfaitaire waarde, afhankelijk van de verstreken tijdsperiode van het donorbouwwerk	Waarde
	Vaststellen stijfheden (e-modulus)	Eventueel door ondergrensbenadering of een forfaitaire waarde, afhankelijk van de verstreken tijdsperiode van het donorbouwwerk	Waarde
	Indien van toepassing bij toepassing in adoptiebouwwerk:		Waarde
	Vaststellen eigenschappen brandveiligheid ((brandwerendheid, brand- en rookklasse)	Met prestatieverklaring of beproeving	Waarde
	Vaststellen isolatiewaarde (Rc- of U-waarde)	Met prestatieverklaring of onderzoek product	Waarde
	Vaststellen geluidsindex (NEN 5077)	Met prestatieverklaring of beproeving	Waarde
Aannemelijk maken dat met toepassing van het product het adoptiebouwwerk kan voldoen aan de eisen van constructieve veiligheid	Toetsen aan de publiekrechtelijk constructieve eisen voor toepassing in het adoptiebouwwerk	Nieuwbouw (Eurocode) en verbouw (NEN 8700)	
	Onderzoeken bij afwijkende normering (bijvoorbeeld betondwarskracht)	Voor beton NEN 8702, voor staal NTA 8713. anders beproeving of door expert judgement	Onderzoek
	Gelijkwaardigheid in verband met afwijkende normering	Of door overdimensionering	Analyse
	Eventueel toetsen aan privaatrechtelijke constructieve eisen, bijvoorbeeld doorbuiging		

Aannemelijk maken dat met toepassing van het product het adoptiebouwwerk voldoet aan de overige technische eisen uit de bouwregelgeving (indien van toepassing)	Afhankelijk van de plaats en functie van het product:	Eisen zijn afhankelijk van de gebruiksfunctie en het type adoptiebouwwerk (nieuwbouw of verbouw)	
	Beoordelen aan eisen sterkte bij brand	Of door bescherming overdimensionering	Onderzoek
	Beoordelen aan eisen aan ontwikkeling van brand en rook	Brand- en rookklasse (verschillend voor bestaande bouw en nieuwbouw)	Waarde
	Beoordelen aan eisen aan uitbreiding van brand (wbdbo)	Let op: de constructieve sterkte bij brand moet groter zijn dan wbdbo	Waarde
	Beoordelen aan eisen geluidswering		Waarde
	Beoordelen aan de eisen wering van vocht	Bijvoorbeeld als onderdeel van buitengevel of dak	Onderzoek
	Beoordelen aan de vereiste isolatiewaarde (Rc- of U-waarde)		Waarde
Bepalen MKI-waarde van het bouwwerk	MKI-waarde bij hergebruik meestal lager dan bij een nieuw product	Waarde	

4.3 Kaders kwaliteitsonderzoeken constructieve producten

4.3.1 Algemene kaders

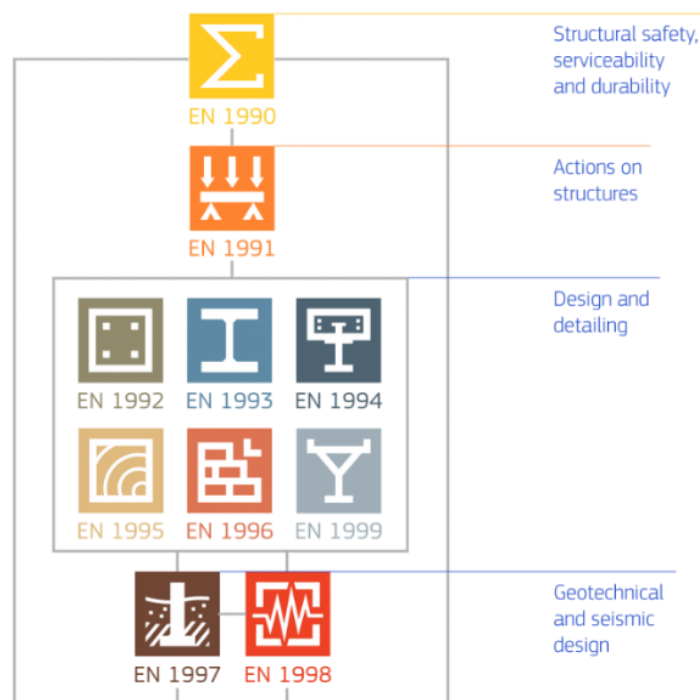
Bij veel constructieve producten is de exacte samenstelling qua materialen onbekend of zijn de eigenschappen, ouderdom en conditie onbekend. Als dat zo is, moet je het gedrag van de constructie testen om toekomstige prestaties te voorspellen.

Bij het testen van constructieve producten zijn drie aspecten belangrijk:

- de samenstelling en mechanische materiaaleigenschappen (zie Noordhoek, 2022);
- de belasting/de draagkracht en de vervormingscapaciteit⁶;
- de restlevensduur.

Om informatie te verkrijgen op deze drie aspecten zijn verschillende testen nodig.

De basis voor deze testen kan worden gehaald uit de Eurocodes. De Eurocodes-suite bestaat uit tien Europese normen voor constructief ontwerp. Deze normen bevatten specificaties voor mechanische materiaaleigenschappen. Constructies van verschillende materialen (beton, staal, composiet (staal en beton), hout, metselwerk en aluminium) worden apart behandeld. Elke Eurocode bestaat uit meerdere onderdelen die bepaalde technische aspecten behandelen. Figuur 7 geeft de koppeling tussen de Eurocodes weer.



Bron: European Commission 2022

Figuur 7 – Koppeling tussen de Eurocodes

⁶ Hoe nauwkeurig deze aspecten kunnen worden voorspeld, is afhankelijk van hoe goed modellen de constructieve respons kunnen voorspellen en hoe goed ze de onzekerheid in de constructieve voorspelling kunnen kwantificeren en verklaren op basis van de ontwerpmodellen (Allaix et al., 2022).

4.3.2 Hergebruikparameters

Voor alle constructieve producten zijn de generieke kwaliteitsparameters die hergebruik beïnvloeden te verdelen in vijf categorieën:

- algemene gegevens;
- draagvermogen;
- restlevensduur;
- losmaakbaarheid;
- milieukundige gegevens.

Tabel 2 geeft per categorie de parameters weer voor de vier meestgebruikte constructieve materialen. Deze parameters vormen de basis voor de kwaliteitsonderzoeken voor constructieve producten van deze materialen (zie paragrafen 4.4 t/m 4.7). Voor de volledigheid gaat de tabel ook in op niet-constructieve producten.

Tabel 2 – Mogelijke hergebruikparameters per categorie

Categorie	Parameter	Constructieve producten	Niet-constructieve producten
Algemene gegevens	Beschikbaarheid originele documentatie/berekeningen	X	X
	Verleden materiaal bekend (onderhoudshistorie)	X	X
	Leeftijd	X	X
	Omgeving huidig (+ vorige leven)	X	X
	Belastinggeschiedenis	X	
	Hoeveelheden + planning/beschikbaarheid	X	X
	Brandklasse	X	X
	Eigenaar	X	X
	Huidige functie product	X	X
	Afmetingen	X	X
	Locatie	X	X
Draagvermogen	Beton		
	Betonsterkteklasse	X	
	Betonstaalkwaliteit	X	
	E-modulus	X	
	Wapeningsconfiguratie	X	
	Betondekking	X	X
	Betonmengsel	X	X
	Staal		
	Staalkwaliteit	X	
	Treksterkte	X	
	Vloegrens	X	
Rekgrens	X		

Categorie	Parameter	Constructieve producten	Niet-constructieve producten		
	Kerfslagwaarde	X	X		
	Buigsterkte (bepaalde toepassingen)	X			
	Chemische samenstelling	X	X		
	Hout				
	Maatvastheid/dimensies	X	X		
	Houtsoort	X	X		
	Sterkte	X			
	Metselwerk				
	Druksterkte metselwerk	X			
	Buigtreksterkte	X			
	Hechtsterkte metselmortel	X			
	Type baksteen en kwaliteit	X	X		
	Mortelsamenstelling en kwaliteit	X	X		
	Restlevensduur	Alle materialen			
		Conditie/toestand	X	X	
Bewerkingen		X	X		
Gebreken		X	X		
Beton					
Schademechanismes (carbonatatie, chlorides, enz.)		X	X		
Permeabiliteit		X	X		
Vorst-/dooibestandheid		X	X		
Milieuklasse		X	X		
Dekking		X	X		
Staal					
Schademechanismen (corrosie, enz.)		X	X		
Coating		X	X		
Samenstelling		X	X		
Hout					
Aantasting		X	X		
Onvolkomenheden		X	X		
Houtsoort		X	X		
Impregnering		X	X		
Metselwerk					
Impregnering		X	X		
Permeabiliteit		X	X		
Vorst-/dooibestandheid		X	X		
Voeghardheid	X	X			

Categorie	Parameter	Constructieve producten	Niet-constructieve producten
	Type baksteen en kwaliteit	X	X
	Mortelsamenstelling en kwaliteit	X	X
Losmaakbaarheid	Alle materialen		
	Type verbinding	X	X
	Aantal verbindingen	X	X
	Doorkruisingen	X	X
	Toepassingswijze	X	X
	Vorminsluiting	X	X
	Toegankelijkheid verbinding	X	X
	Locatie (omgeving)	X	X
	Locatie in bouwwerk	X	X
	Beton		
	Samenstelling (prefab/in situ)	X	X
	Staal		
	Type staal	X	X
	Hout		
	Soort hout (gelamineerd, gezaagd)	X	X
Metselwerk			
Type mortel	X	X	
Toepassing (elementen of doorgemetseld)	X	X	
Milieukundige gegevens	Alle materialen		
	Bouwfysische eigenschappen (isolatie, geluid, enz.)	X	X
	Aanwezigheid toxische materialen (asbest, PAK, zware metalen zoals chroom-6, enz., zie 5.1.1)	X	X
	Beton		
	Milieuklasse	X	X
	Cementsoort	X	X
	Toepassing	X	X
	Staal		
	Aanwezigheid coating (chroom-6)	X	X
	Hout		
	Chroom-6-houdende lagen	X	X
	Aanwezigheid impregnering	X	X
	Metselwerk		
Coating/impregnering	X	X	
Cementsoort	X	X	

4.3.3 Onderzoeken

Informatie over de meeste generieke hergebruikparameters kun je verkrijgen door:

- dossieronderzoek;
- kennis van het donorbouwwerk;
- visuele inspectie;
- niet-destructieve metingen.

Verifieer bij parameters als afmetingen, conditie en verbindingen de resultaten uit dossieronderzoek met onderzoek op locatie.

Om van de losmaakbaarheidsparameters het type verbinding vast te stellen, is vaak destructief onderzoek nodig. Dossiergegevens zijn vaak ontoereikend en verbindingen zijn vaak afgewerkt of weggevoerd achter omliggende bouwdelen.

Voor milieukundige parameters zijn vaak specialistische onderzoeken nodig. Denk hierbij aan asbestinventarisaties, onderzoek naar de aanwezigheid van PAK en zware metalen, zoals chroom-6, door gecertificeerde inspecteurs en bouwfysisch onderzoek op locatie of in een specialistisch laboratorium.

4.4 Kwaliteitsonderzoeken beton

4.4.1 Hergebruikparameters

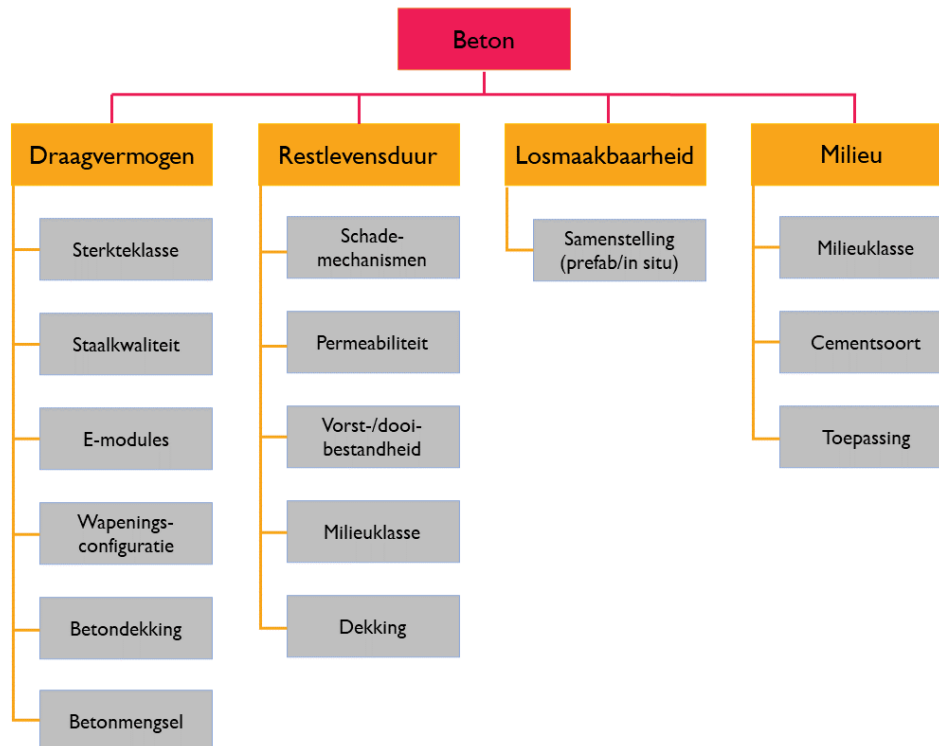
Er bestaan verschillende soorten ouder beton. Voorbeelden zijn normaal beton, zwaarbeton, lichtbeton, vezelversterkt beton, drooggemengd beton, zelfverdichtend beton (ZVB) met lichte of zware toeslagmaterialen of vezels, beton met een open structuur, cellenbeton, schuimbeton, beton met een volumieke massa kleiner dan 800 kg/m³ en vuurvast beton (zie NEN-EN 206). De eerste toepassingen van beton (waaronder het Pantheon in Rome) stammen reeds uit 118 en 125 na Christus.

Beton is meestal goed geschikt voor hergebruik. Beton heeft namelijk een zeer lange levensduur, mits het goed is ontworpen, verwerkt en onderhouden.

Of beton herbruikbaar is, hangt af van een aantal factoren. Vooral de productiewijze (prefab of in het werk gestort), en daarmee samenhangend de losmaakbaarheid, zijn bepalend. Ook van belang zijn het toepassingsgebied (milieuklasse) en daarmee samenhangend de blootstelling aan verschillende omgevingsomstandigheden (wisselende omstandigheden van drogen en bevochtigen, chlorideomgeving, carbonatatie, chemische aantasting, alkali-aggregaatreacties, enz.).

Voor de constructieve veiligheid is de hoeveelheid wapening vaak bepalend. Hiervoor golden in het verleden namelijk andere normen en eisen. Dit geldt ook voor de minimale dekkingseis.

Figuur 8 toont de hergebruikparameters voor betonnen producten.



Figuur 8 – Hergebruikparameters beton

4.4.2 Onderzoeken

Veel van de hergebruikparameters voor het draagvermogen en de losmaakbaarheid kun je achterhalen met dossieronderzoek. Uiteraard moeten daarvoor wel de oorspronkelijke ontwerpdocumenten en -berekeningen beschikbaar zijn.

In de praktijk is informatie uit dossiers niet altijd toereikend. In dat geval kan een beschouwing op basis van bouwjaar, bouwmethode en type product een eerste inzicht bieden in de hergebruikpotentie. Over de constructieve eigenschappen van oud beton is namelijk veel bekend. Zie hiervoor onder andere de NEN 8700-serie en de Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken (Rijkswaterstaat, 2013).

Voor een definitief oordeel over de constructieve veiligheid is vaak materiaalkundig onderzoek in het veld en het laboratorium noodzakelijk.

Voor de restlevensduur van beton kan een visuele inspectie op locatie al een indruk geven van de conditie en eventuele schades die deze beïnvloeden. Aansluitend kan je (afhankelijk van het type schade) doelmatig en gericht onderzoek doen naar chloride, carbonatatie, dekking en eventueel de alkali-silicareactie (ASR). Hiervoor is een combinatie van niet-destructief (met bijvoorbeeld een betonradar en/of een ferroscaan) en destructief onderzoek nodig, aangevuld met laboratoriumtesten.

Informatie over de oorspronkelijke samenstelling (cement, toeslagmateriaal, vezels, coating) van een betonproduct is vaak niet of beperkt beschikbaar. Vaak heeft alleen de oorspronkelijke leverancier deze informatie. De eigenschappen van een betonproduct (sterkteklasse, wel/geen wapening, type wapening) en de vervuilingsgraad kun je in dat geval alleen (grotendeels) achterhalen met uitgebreide fysische en chemische laboratoriumanalyses.

4.5 Kwaliteitsonderzoeken staal

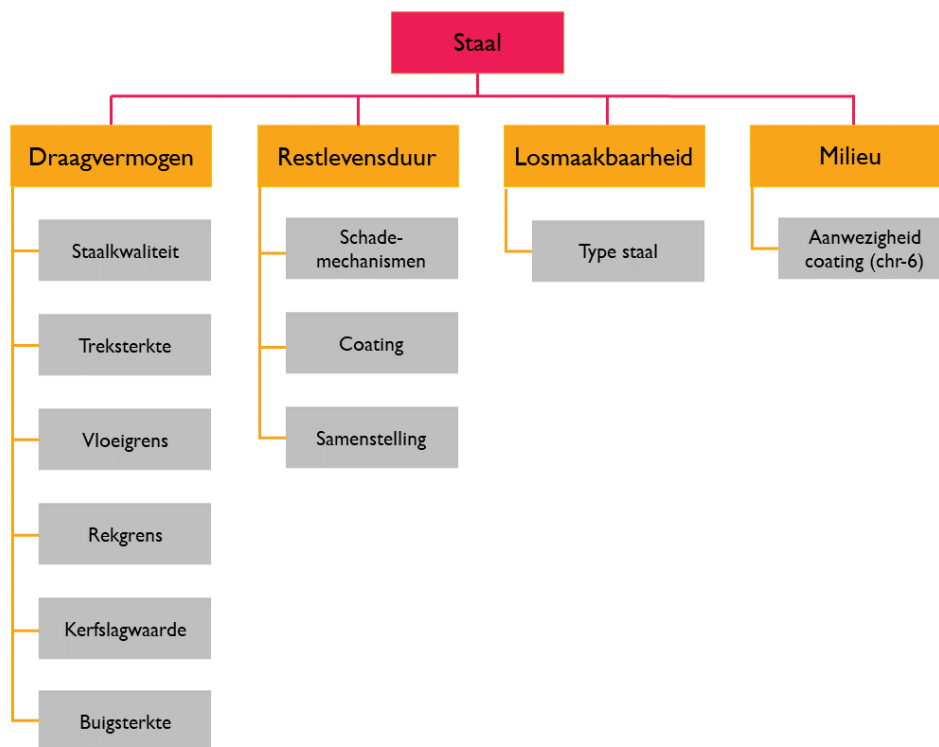
4.5.1 Hergebruikparameters

Staal is een legering van ijzer en koolstof. Het bevat minder dan 2% koolstof en 1% mangaan en kleine hoeveelheden andere chemische elementen.

De vorm van een staalproduct bepaalt de constructieve eigenschappen ervan. Staalproducten hebben uiteenlopend vormgegeven doorsneden en profielen (heet gewalst, gelast en samengesteld, koudgevormd).

Staal heeft, net als beton, veel hergebruikpotentie omdat het over het algemeen een lange levensduur heeft en goed losmaakbaar is. Vooral verbindingen met bouten die niet geklonken of gelast zijn, lenen zich goed voor hergebruik. Of staal herbruikbaar is, hangt ook af van de staalkwaliteit. Milieukundige aspecten die hergebruik van staal bemoeilijken zijn onder meer de aanwezigheid van zware metalen zoals chroom-6. Op de restlevensduur van een stalen product zijn voornamelijk corrosie en vermoeiing van invloed.

Figuur 9 toont de hergebruikparameters voor stalen producten.



Figuur 9 – Hergebruikparameters staal

4.5.2 Onderzoeken

Voer kwaliteitsonderzoeken naar staal voor hergebruik uit conform NTA 8713 Hergebruik Staal.

4.6 Kwaliteitsonderzoeken metselwerk

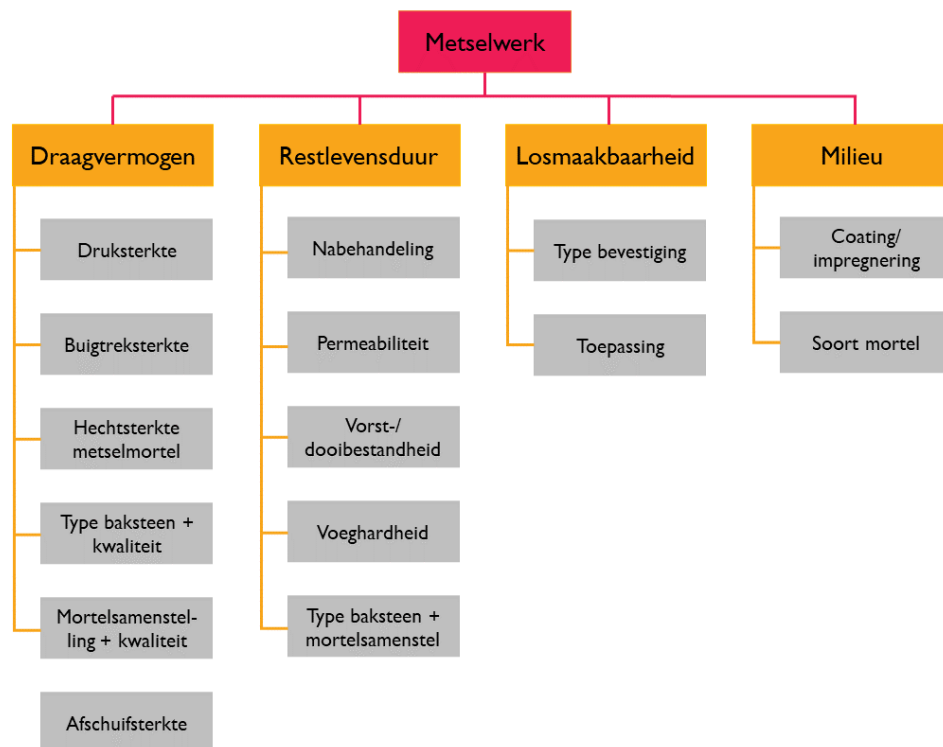
4.6.1 Hergebruikparameters

Metselwerk is over het algemeen heel geschikt voor hergebruik. In de categorie metselwerk worden voor bakstenen en blokken namelijk meestal standaardmaten gebruikt.

Een belangrijke factor voor hergebruik van metselwerk is hoe de stenen en blokken bevestigd zijn. De cementmortels, die tegenwoordig vaak gebruikt worden, zijn moeilijker te scheiden dan kalkmortels (Kanters, 2018). Dit maakt hergebruik van metselwerk lastiger. In de toekomst zal hergebruik van metselwerk makkelijker worden omdat steeds vaker zogeheten 'droogstapelsystemen' worden gebruikt.

Eisen aan metselwerk van baksteen, kalkzandsteen, geprefabriceerde bouwblokken en -stenen van speciaalbeton, cellenbeton, natuursteen staan in NEN-EN 1996-2.

Figuur 10 toont de hergebruikparameters voor metselwerk.



Figuur 10 – Hergebruikparameters metselwerk

4.6.2 Onderzoeken

Informatie over de hergebruikparameters voor metselwerk kun je op verschillende manieren verkrijgen.

Dossieronderzoek is de eenvoudigste en goedkoopste manier om informatie te verkrijgen. Bij een dossieronderzoek kijk je bijvoorbeeld of originele berekeningen van de constructie, bestekken of specificatiebladen nog beschikbaar zijn. In de praktijk ontbreken deze echter vaak.

Als dossieronderzoek niets oplevert, kunnen een visuele inspectie en niet-destructieve metingen informatie opleveren. Op basis van het bouwjaar, de toepassing en het beeld van het metselwerk kan

je vaak al veel zeggen over het type steen en de mortelsamenstelling. Op basis daarvan kan een indicatief beeld ontstaan van de eigenschappen. Dit volstaat in het begin van het proces vaak om een keuze te maken tussen hergebruik en hoogwaardige recycling.

Voor hergebruik is het nodig om de parameters beter en met meer zekerheid in kaart te brengen. Dat kan onder meer met de volgende proeven:

- voeghardheidsmetingen met een pendelhamer;
- hefboomproeven om de samenhang van het metselwerk te bepalen;
- drukproeven om de druksterkte van de stenen te achterhalen;
- kernboringen aangevuld met laboratoriumonderzoek naar de fysische eigenschappen;
- monsters van de metselmortel in combinatie met chemische laboratoriumanalyses;
- bouwfysische proeven om de permeabiliteit en de vorst- en dooibestandheid te achterhalen.

Deze proeven geven een goed beeld van de eigenschappen van de metselwerkgevel en de potentie voor hergebruik. Vaak is dat beeld wel steekproefsgewijs. Om de eigenschappen van de gehele gevel in kaart te brengen, kun je ook hele delen uit de gevel nemen en deze beproeven in een laboratorium. Daarnaast is het aan te raden om niet-zichtbare delen na demontage visueel te beoordelen, waar nodig aangevuld met metingen en nader onderzoek.

4.7 Kwaliteitsonderzoeken hout

4.7.1 Hergebruikparameters

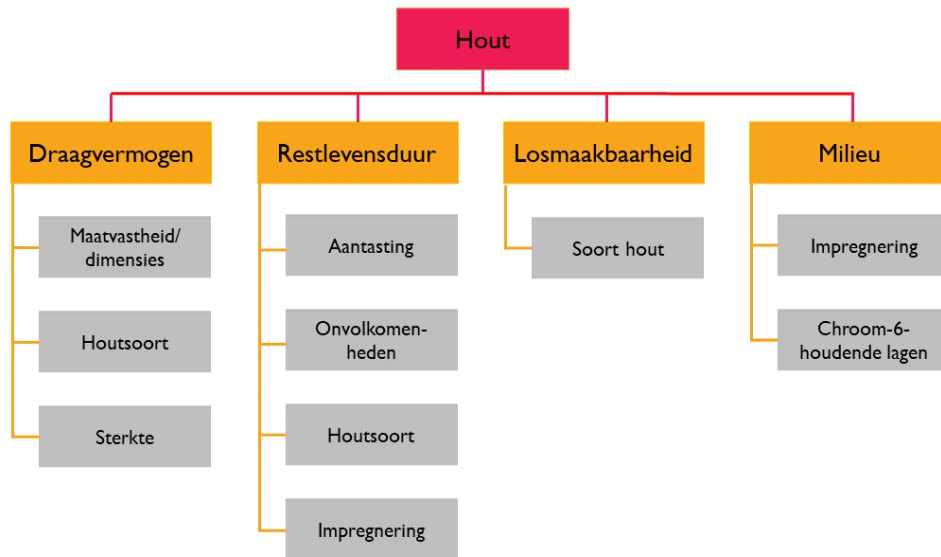
Oudere houtconstructies zijn ideaal voor hergebruik. In deze constructies worden veelal eenvoudige constructietechnieken gebruikt in standaardafmetingen. Specifieke houtsoorten zijn gezaagd hout, gelijmd gelamineerd hout, LVL (gelamineerd fineerhout), multiplex, OSB, spaanplaten en vezelplaten (hard, medium, MDF en zacht) (zie NEN-EN 1995).

Een belangrijke factor voor het hergebruik van hout is het type verbinding. Verbindingen met bouten of metalen plaatconnectoren zijn makkelijk te demonteren en daarmee ideaal voor hergebruik.

Constructief hout kan worden hergebruikt als het voldoet aan de algemene eisen uit NEN-EN 14081-1 en NEN-EN 14080 voor respectievelijk constructief hout en gelamineerd hout (Whittaker et al., 2021).

Hout kan alleen hergebruikt worden als constructiemateriaal als de mechanische eigenschappen bekend zijn en de veiligheid kan worden gegarandeerd. Factoren daarbij zijn de natuurlijke verouderingsverschijnselen van hout, de duur van de belasting (statische vermoeiing), (lokale) mechanische beschadigingen en biologische aantasting (Niu et al., 2021). Er bestaan veel verschillende methoden om mechanische en biologische schade op te sporen (Dietsch & Köhler, 2010).

Figuur 11 toont de hergebruikparameters voor hout.



Figuur 11 – Hergebruikparameters hout

Op dit moment is het gebruik van constructiehout uit bouw- en sloofafval moeilijk. Dit komt doordat constructiehout ⁷ op sterkte wordt gesorteerd volgens de Europese en nationale normen voor sortering. Er is echter geen specifieke beoordelingsrichtlijn voor hergebruik van constructiehout of voor bouw- en sloofhout. Zelfs NEN EN 14081-1 specificeert dat constructiehout dat eerder is beoordeeld, niet opnieuw mag worden geclassificeerd naar dezelfde of andere kwaliteiten, tenzij er speciale dispensatie wordt verleend. Bovendien stelt de bestaande sorteerstandaard limieten aan het oppervlak van de dwarsdoorsnede (bijvoorbeeld NEN-EN 14081-1). Om constructiehout uit bouw- en sloofafval te hergebruiken, moet dit soms worden bewerkt (bijvoorbeeld geschaafd). Dat heeft invloed op de dwarsdoorsnede, waardoor de limiet voor de dwarsdoorsnede uit bestaande normen kan worden overschreden (Niu et al., 2021).

4.7.2 Onderzoeken

Meestal levert dossieronderzoek weinig inzichten op over constructiehout. De eigenschappen van constructiehout worden in dossiers vaak maar beperkt vermeld.

Een visuele inspectie is een goede eerste stap om de kwaliteit van constructiehout te beoordelen. Op basis hiervan kun je vaak al iets zeggen over conditie van het hout en gebreken. Eventueel kun je een priem gebruiken om rotte plekken en dergelijke te lokaliseren. Na een visuele inspectie kun je ook vaak een indicatie geven van de houtsoort. Hiervan kun je indicatief afleiden wat de sterkteklasse en toepassingsmogelijkheden zijn. In het begin van het hergebruikproces is dat vaak voldoende.

Voor het toepassen van het donorhout moet je de eigenschappen van het product met meer zekerheid bepalen. Dit kan onder meer met de volgende proeven:

- microscopische bepalingen op houtmonsters;
- bepaling aantasting met een specht;
- bepaling dichtheidsprofiel met een indringingsmeter;
- vochtigheidsmetingen aan het hout.

De meeste gegevens verkrijg je met onderzoek op houtmonsters uit het donorhout. Op basis hiervan kan het type hout, de sterkteklasse en de aanwezigheid van indringingen worden bepaald. Het is ook mogelijk om (delen van) het hout te beproeven tot bezwijken. Op deze manier kun je de

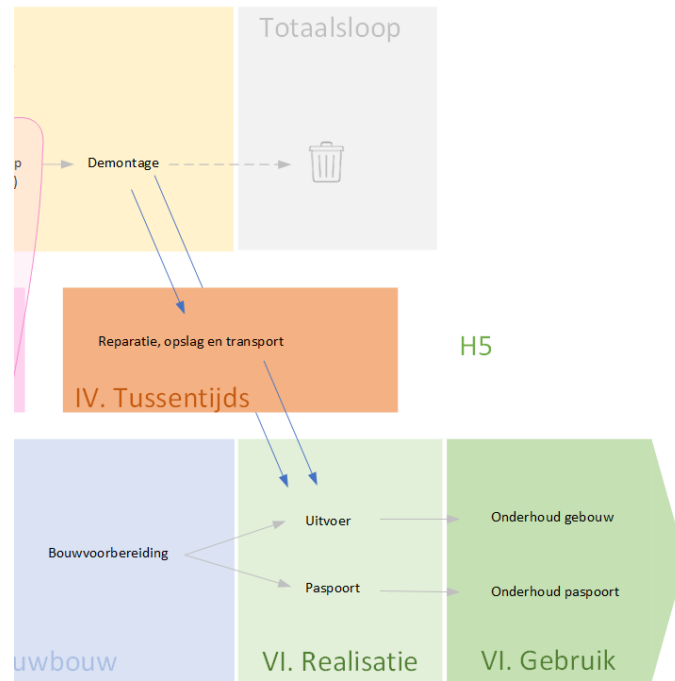
⁷ Dit geldt overigens ook voor hout voor verwerking tot samengestelde houtproducten.

constructieve eigenschappen met grote zekerheid bepalen. Dit is echter alleen mogelijk om als er veel constructiehout is, omdat je een deel van het hout 'opoffert' voor de beoordeling.

5 Uitvoering

Als de matchmaking (hoofdstuk 3) resulteert in de inkoop/verkoop van een product volgt daarna de uitvoeringsfase. In deze fase vindt de demontage plaats (als nog geen predemontage heeft plaatsgevonden), wordt het product getransporteerd en eventueel gerepareerd en/of opgeslagen en uiteindelijk toegepast in het adoptiebouwwerk.

Dit hoofdstuk beschrijft het proces vanaf de inkoop/verkoop (zie figuur 12). In deze fase vinden soms nog laatste kwaliteitsonderzoeken plaats (zie hoofdstuk 4), maar is het vooral belangrijk om de kwaliteit te borgen op basis waarvan de pullkant tot aankoop over is gegaan.



Figuur 12 – Plek hoofdstuk 5 in het hergebruiktraject

5.1 Sloop/demontage

5.1.1 Stoffeninventarisatie

Voordat een sloper een bouwwerk sloopt/demonteert, voert deze standaard een stoffeninventarisatie uit. Als sloper in een hergebruikproject kun je hierbij de informatie meenemen die al is verzameld voor de aankoop/verkoop (zie 2.4.2 en 2.5).

Bij de stoffeninventarisatie breng je (uitgebreid) het volgende in kaart:

- grondstoffen, materialen en producten voor hergebruik die uit het bouwwerk vrijkomen en mogelijke verontreinigingen daaraan;
- te scheiden afvalstoffen die vrijkomen (zie hieronder).

Bewaar de resultaten van de stoffeninventarisatie in het projectdossier.

Te scheiden afvalstoffen

Op basis van de Regeling Bouwbesluit 2012 (Overheid.nl, 2023a) moeten de volgende categorieën afvalstoffen goed worden gescheiden:

- a) als gevaarlijk aangeduide afvalstoffen uit de Regeling Europese afvalstoffenlijst (Overheid.nl, 2023b), voor zover die nog niet in deze lijst zijn opgenomen. Voorbeelden hiervan zijn asbest, zware metalen (waaronder chroom-6), PCB, minerale isolatie van voor 1996 en radioactieve installatie-onderdelen);
- b) teerhoudende dakbedekking, met en zonder dakbeschot (PAK);
- c) teerhoudend asfalt (PAK);
- d) bitumineuze dakbedekking, met en zonder dakbeschot;
- e) niet-teerhoudend asfalt;
- f) vlakglas, met of zonder kozijn;
- g) gipsblokken en gipsplaatmateriaal;
- h) dakgrind;
- i) armaturen;
- j) gasontladingslampen.

Registratie

Registreer de uitkomsten van de stoffeninventarisatie als volgt:

- Maak een lijst met vrijkomende producten onderscheiden naar schaalniveau (grondstof, materiaal, element, bouwproduct).
- Registreer voor elk product:
 - omvang/hoeveelheid;
 - kwaliteit;
 - locatie in het bouwwerk;
 - bevestigingswijze in het bouwwerk;
 - score op de R-ladder.
 - wijze van demontage;
- Registreer zowel de EUAL-code als de NL/SfB-code.

5.1.2 Projectwerkplan en demontageplan

Op basis van de stoffeninventarisatie en de afspraken over te hergebruiken producten maak je een projectwerkplan inclusief een demontageplan voor de sloop.

Neem in het **projectwerkplan** minimaal de volgende onderwerpen op:

- te demonteren producten voor gebruik in een volgende cyclus, op basis van de R-ladder;
- traditioneel te slopen onderdelen en het niveau van recycling (hoogwaardig of laagwaardig) indien van toepassing;
- overige werkzaamheden;
- planning van de sloopwerkzaamheden en te gebruiken technieken;
- hinder van de werkzaamheden;
- manier waarop wordt voldaan aan de sloopvoorschriften uit het Bouwbesluit 2012 (Overheid.nl, 2023a) en eventueel aanvullende voorwaarden van de gemeente;
- demontageplan (zie hierna).

Neem in het **demontageplan** onder meer het volgende op:

- werkinstructies en/of deskundigheidseisen voor het personeel;
- een overzicht van vrijkomende grondstoffen, materialen, elementen en bouwproducten en de aard en omvang van mogelijke verontreinigingen (zie 5.1.1);
- uit te voeren demontagewerkzaamheden voor het oogsten van producten voor hergebruik en de wijze van verpakking, transport en (tijdelijke) opslag (zie 5.2);
- kwaliteitsaspecten waaraan het product moet voldoen (eventueel met een verwijzing naar specifieke productbladen) inclusief interne afkeurcriteria, externe acceptatiecriteria en de manier waarop die criteria moeten worden geborgd;
- de manier waarop het product wordt gecontroleerd en wie de controle uitvoert;
- bestemming voor producten voor hergebruik (opslag, adoptiebouwwerk of anders);
- de manier waarop wordt gecontroleerd of de producten voor hergebruik goed worden afgevoerd;
- vrijkomende materialen die niet worden hergebruikt met daarbij de wijze van scheiden en de afvoerbepemming, onderscheiden naar hoogwaardige en laagwaardige recycling;
- een overzicht van vrijkomende te scheiden afvalstoffen (zie 5.1.1) met de verwachte hoeveelheden;
- voorschriften voor registratie.

5.1.3 Sloop

Tijdens de sloop gebruik je het projectwerkplan (5.1.2) om het bouwwerk te slopen/demonteren, producten te scheiden en deze te verpakken en afvalstoffen te saneren of veilig te stellen (als dit geen constructieve producten zijn).

Vrijkomende sloopmaterialen die je als afvalstof moet aanmerken, geef je af aan of voer je af naar de daartoe bevoegde ontvanger op grond van de Wet milieubeheer (Overheid.nl, 2023c). Materialen kun je ook op een andere locatie scheiden als dit op de slooplocatie niet goed mogelijk is. Een voorwaarde daarvoor is dat het bevoegd gezag, op grond van het Bouwbesluit 2012, hier schriftelijk mee instemt.

Controleer voor afvoer of de producten voor hergebruik voldoen aan de kwaliteits- en acceptatiecriteria van afnemer.

Als je afwijkt van het projectwerkplan, moet je dit registreren. Pas waar nodig het projectwerkplan aan en neem contact op met de afnemer van het te hergebruiken product.

5.1.4 Stoffenverantwoording/overdracht

Na afloop van de sloop/demontage stel je op basis van de stoffeninventarisatie (5.1.1) een stoffenverantwoording op. De opdrachtgever van de demontage moet deze stoffenverantwoording kunnen verifiëren, vanaf het moment van demontage tot het moment van opslag of toepassing in het adoptiebouwwerk.

Leg in de stoffenverantwoording in ieder geval de volgende gegevens vast:

- oude locatie;
- nieuwe locatie (als die al bekend is) of locatie voor opslag;
- fabrikant (als die bekend is);
- kwaliteit;
- datum demontage;
- uitvoerder demontage;
- massa (kg);
- afmetingen;

- soort product;
- materiaalfamilie;
- materiaal;
- type/soort;
- functionele testresultaten;
- hergebruikpotentieel (op de R-ladder).

5.2 Transport en opslag

Idealiter wordt een product voor hergebruik direct toegepast in het adoptiebouwwerk. In dat geval volstaat het om voor en na transport te controleren (meestal met een visuele inspectie) of het product voldoet aan de kwaliteits- en acceptatiecriteria van de afnemer.

Als de planning van de push- en pullkant niet aansluiten, moet het product tijdelijk worden opgeslagen, bijvoorbeeld op de werf van de verkopende sloper. Sla het product zo op dat de kwaliteit ervan niet minder wordt.

5.3 Oplevering en ingebruikname

Als je als opdrachtgever aan de pullkant meerdere producten voor hergebruik inkoop, is het verstandig om een adoptielijst te maken. Op die lijst staan alle producten voor hergebruik, de afspraken en verantwoordelijkheden (bijvoorbeeld over de logistiek) en de planning. Gebruik de adoptielijst tijdens de bouwvoorbereiding en de uitvoering, monitor of alles volgens plan verloopt en stuur bij waar nodig.

Als een product is toegepast in het adoptiegebouw is het goed om bij te dragen aan hergebruik in een volgende cyclus. Dat doe je door data over dat product vast te leggen in een paspoort voor de bouw (zie Platform CB'23, 2022), die data te actualiseren bij veranderingen en door het product goed te onderhouden. Een product met veel gebruikssporen wordt minder waard en wordt minder snel hergebruikt.

Leg na oplevering in ieder geval de volgende gegevens over het toegepaste product vast, bij voorkeur in een paspoort voor de bouw:

- nieuwe locatie;
- montage-aannemer;
- verbonden producten;
- restlevensduur;
- toepassing;
- aanvullende testresultaten;
- materiaal waaruit het product bestaat;
- massa (kg);
- afmetingen.

6 Leerervaringen uit projecten

Kwaliteitsbeoordeling en -borging in hergebruikprojecten vindt al plaats in de praktijk. Dit hoofdstuk schetst een beeld van die praktijk aan de hand van voorbeeldprojecten van werkgroepleden die deze leidraad hebben geschreven. De voorbeeldprojecten zijn bedoeld als inspiratie en bevatten lessen en succesfactoren.

6.1 B&U

Verbeterproject #1	
Projectnaam	Hergebruik kanaalplaatvloeren in bestaand ontwerp
Hergebruikt materiaal	Constructief materiaal, beton, kanaalplaatvloeren
Wat ging er mis?	In dit project waren er kanaalplaat-elementen gevonden die ingepast konden worden in het ontwerp. In principe was er dus een match en konden de elementen worden onderzocht om aan te tonen dat ze konden worden toegepast. Maar omdat laat in het proces pas gekeken is naar het hergebruik van elementen, was de opdrachtgever huiverig om ze toe te passen. Uiteindelijk heeft de opdrachtgever besloten dat er nieuwe elementen moesten worden gebruikt.
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	Als de opdrachtgever vooraf meer meegenomen was in de hergebruikmogelijkheden had deze waarschijnlijk een betere visie op hergebruik gehad. Hierdoor had de opdrachtgever waarschijnlijk eerder de keuze gemaakt om wel hergebruikte elementen toe te passen in het gebouw.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Neem de opdrachtgever vanaf het begin mee in het hergebruikproces.

Verbeterproject #2	
Hergebruikt materiaal	Gymzaalvloer
Wat ging er mis?	<p>Uit een oude gymzaal kwam een prachtige houten vloer vrij. Het was alleen te kostbaar om de vloer in een geconditioneerde ruimte op te slaan voor de tijd die dit vroeg (twee jaar). Eerst werd de vloer opgeslagen in het donorgebouw, en vervolgens in het te renoveren gebouw waar de vloer zou worden toegepast.</p> <p>Toen het gebouw tijdens de renovatie helemaal tot het casco was gesloopt, werd voor het laatste halfjaar de vloer op latten gelegd (door ventilatie bleef</p>

	<p>de vloer droog) en afgedekt met zeildoek om de vloer te beschermen tegen weersomstandigheden.</p> <p>De vloer overleefde dankzij de juiste maatregelen, terwijl dit allerm minst zeker was bij aanvang van de opslag.</p>
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	De opdrachtgever had vooraf elders opslagruimte kunnen organiseren. Hiervoor is transport nodig en moeten opslagkosten worden betaald.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Organiseer opslag op het moment dat duidelijk is dat materiaal uit een donorgebouw vrijkomt.

Verbeterproject #3	
Hergebruikt materiaal	Plafondplaten
Waar in het proces ging het mis?	<p>In de voorbereiding zijn door de opdrachtgever duidelijke afspraken gemaakt, maar in de uitvoering zijn de afspraken niet nagekomen door de onderaannemer.</p> <p>In de voorbereiding zijn bovendien meer m² besteld dan nodig.</p>
Wat ging er mis?	<p>De afspraak met de onderaannemer was om standaardplaten voor systeemplafonds te behandelen voor hergebruik. Er kwamen andersoortige, hardminerale plafondplaten naar locatie retour (mismatch).</p> <p>De berekening is te ruim uitgevoerd (ca. 20% meer m² geleverd dan nodig). Dat is zonde van de energie, arbeid en transport/CO₂-uitstoot. In dit geval kwam het toevallig goed uit omdat veel platen niet te hergebruiken waren en er verkeerde platen waren geleverd.</p> <p>De garantie waaraan de aannemer invulling moest geven, kwam maar moeizaam op gang. De onderaannemer is in de gelegenheid gesteld om zijn fout te herstellen, maar dat duurde erg lang. Van het aantal m² onbruikbare plafondplaten is een inschatting gemaakt. Er is een reservering gedaan voor nieuwe plafondplaten om het risico te beheersen dat tijdens het werk niet voldoende platen beschikbaar zouden zijn en het werk zou kunnen stagneren.</p> <p>Planningsproblemen zijn beheerst door tijdig nieuwe plafondplaten te reserveren ter vervanging van de onbruikbare platen.</p> <p>De onderaannemer heeft in eerste instantie geen adequate invulling gegeven aan de kans om zijn fout te herstellen. De medewerker die naar locatie werd gestuurd, kwam totaal onvoorbereid op het werk en is onverrichter zaken weer teruggegaan. Pas de tweede keer kwamen er medewerkers op</p>

	<p>de bouw die een bijdrage konden leveren aan de oplossing van het probleem.</p> <p>De beschadigde platen zijn niet aan de opdrachtgever vergoed.</p> <p>Van de ca. 1.300 m² bleek ca. 200 m², zo'n 15%, niet herbruikbaar te zijn. Dit kwam door beschadigingen, breuk en verklevingen (door verf aan elkaar geplakte platen), waardoor hergebruik van deze platen onmogelijk was.</p>
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	<p>De dozen waarin de hergebruikte platen zich bevonden zagen er onbeschadigd en nieuw uit. De dozen zijn bij levering niet opengemaakt. Bij het openen van de dozen waarin de te hergebruiken plafondplaten zich bevonden bleek dat de platen grotendeels onbruikbaar waren. Na inventarisatie bleek het om een percentage van ca. 15% te gaan. Door leveringen direct op kwaliteit te controleren kan, indien nodig, adequaat worden ingegrepen.</p>
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Controleer de inhoud van de levering steekproefsgewijs en beoordeel niet alleen of de verpakking waarin de levering wordt aangeleverd onbeschadigd is.</p>

Verbeterproject #4	
Hergebruikt materiaal	Houten lattenplafond
Waar in het proces ging het mis?	Het project werd in de uitvoeringsfase uitgebreid, waardoor meer m ² plafond nodig was.
Wat ging er mis?	<p>De opdrachtgever bestelde het juiste aantal m² plafond. Er werden latten met sparingen geleverd, waardoor het aantal m² niet toereikend was. Ook was het snijverlies groter dan voorzien.</p> <p>In het donorgebouw was nog wel extra plafond, maar dit zou pas vrijkomen in de volgende fase van amoveren. Er was nog wel voldoende plafond op moeilijk bereikbare plaatsen in het deel van het donorgebouw dat op dat moment werd geamoveerd. De aannemer van de opdrachtgever besloot om op deze plaatsen zelf in het weekend met een paar man de benodigde m² uit het gebouw te halen. De delen werden met mankracht naar beneden gehaald en gelopen, al met al een flinke persoonlijke inspanning, die meer is dan de opdrachtgever van de aannemer had mogen verwachten.</p>
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	<p>Uiteindelijk kwam door de inspanning van de aannemer van de opdrachtgever voldoende plafond beschikbaar om het project goed af te ronden.</p> <p>Dit had kunnen worden voorkomen door te bouwen volgens plan.</p>

	<p>Ook hadden personen kunnen worden ingezet met ervaring met het inschatten van volumes, om het risico op tekorten te beheersen.</p> <p>Omdat de inschatting lastig was, had meer materiaal geleverd kunnen worden als reservemateriaal. Dit had dan kunnen worden bewaard en kunnen worden teruggegeven aan de leverancier als het niet nodig bleek.</p>
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Doe ervaring op met het inschatten van benodigde hoeveelheden materiaal.</p> <p>Dek risico's af door meer m² te (laten) leveren dan ingeschat, met de garantie dat het te veel geleverde materiaal wordt teruggenomen en niet alsnog in een container belandt als afval.</p>

Verbeterproject #5	
Hergebruikt materiaal	Luchtbehandelingskasten (LBK's)
Waar in het proces ging het mis?	In de voorbereiding zijn door de opdrachtgever aannames gedaan op grond van beschikbare informatie ten tijde van de overdracht van het pand.
Wat ging er mis?	<p>De LBK's zijn behouden in het kader van circulariteit. Tijdens de afbouw zijn berekeningen uitgevoerd waaruit bleek dat het vervangen van de kasten vanwege het energieverbruik op termijn toch een betere keus is, en beter voor het milieu, ook als alle investeringen voor de aanschaf en productie, levering en afmontage van nieuwe kasten zijn meegenomen.</p> <p>Op basis van de berekening is uiteindelijk besloten om bepaalde bestaande kasten te vervangen door nieuwe. Dit leidde voor de opdrachtgever tot meerwerk.</p> <p>In de afbouwfase moest sloopwerk worden uitgevoerd.</p>
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	De berekening had in aanloop naar het project toe moeten worden uitgevoerd. Dan hadden sloop en afvoer in de afbouwfase en meerwerk kunnen worden voorkomen.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Controleer aannames waar nodig voorafgaand aan de formulering van een opdracht met onderzoek en berekeningen.

Verbeterproject #6	
Hergebruikt materiaal	HPL Volkernplaten (Trespa® of vergelijkbaar) als achterbeplating
Wat ging er mis?	De platen voldeden aan de uitvraag van de architect, qua afmeting, dikte en kleur. De bouwkundig aannemer was alleen niet bereidwillig.
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	Dit had opgelost kunnen worden door te werken met een bouwkundig aannemer die zich confirmeert aan het toepassen van gebruikt materiaal: comakerschap.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Stel op voorhand een bouwteam samen met mensen met dezelfde intrinsieke motivatie om gebruikte materialen toe te passen. Neem als opdrachtgever/architect/ontwerpteam de regie in handen en houd deze als iemand binnen het ontwerpteam een kink in de kabel blijkt.

Verbeterproject #7	
Hergebruikt materiaal	Keuken
Wat ging er mis?	De opdrachtgever had een prachtige rvs-keuken aangemerkt voor hergebruik. Ondanks stickers op de keuken en ondanks de reservering bij de aannemer bleef de keuken echter niet bewaard. Tijdens het amoveren (slopen), bleek de keuken plotseling verdwenen. De aannemer deed vervolgens onderzoek en spoorde degene op die de keuken bleek te hebben ontvreemd. Er werd gesommeerd de keuken terug te geven. Degene die de keuken had ontvreemd, kwam de keuken terugbrengen maar hij was helemaal gecompriemd. De keuken was meegenomen om wat bij te verdienen door hem in te leveren als staal. De opdrachtgever heeft vervolgens een Bruynzeelkeuken moeten bestellen.
Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?	Door toezicht te houden op (kostbare) materialen die voor hergebruik zijn aangemerkt.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Organiseer toezicht en (steekproefsgewijze) controle op de bouw van uitgaande werknemers/onderaannemers/vervoer om te zorgen dat er geen spullen en materialen worden ontvreemd.

Verbeterprojecten vanuit de sloop – algemeen	
Hergebruikt materiaal	<p>Producten waarbij het mis kan gaan, zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dakbalken (verkeerde afmeting); • dakbeschot (te droog); • toiletten, wasbakken, keukenblokken, kranen, kozijnen.
Wat ging er mis?	<p>Een hergebruikproject kan misgaan omdat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de sloper te laat wordt betrokken (en alles al is voorgekookt); • de aanbesteding te laat in de markt wordt gezet; • de periode tussen de uitslag van de aanbesteding en de start van het werk te kort is; • de producten voor hergebruik niet gemonteerd zijn zoals gedacht; • er geen goede beoordeling is van de staat van de producten; • producten verkeerd gemonteerd worden. <p>In hergebruikprojecten vindt soms ook de sloopinventarisatie niet goed plaats, bijvoorbeeld omdat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • er producten gecategoriseerd worden als voor hergebruik, terwijl die daarvoor niet geschikt zijn; • de locaties waar producten naartoe moeten ontbreken; • de hoeveelheden of materialen niet kloppen.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Algemene lessen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrek de sloper vroeg in het proces. • Start de aanbesteding op tijd. • Zorg voor genoeg tijd tussen de uitslag van de aanbesteding en de start van het werk. • Voer een duidelijke en praktische inventarisatie uit. • Bekijk de haalbaarheid vooraf. • Maak de kosten en opbrengst inzichtelijk.

Verbeterproject en succesvol project #1	
Projectnaam	Circulaire biobased gemeentewerf in Nieuwkoop
Hergebruikt materiaal	<ul style="list-style-type: none"> • 50 m² ruige licht geroeste golfplaten; • 110 m² gevelhout van thermisch gemodificeerd verzaagd dakbeschot uit een paviljoen van de TU/e; • 45 m² gevelhout van hardhout van in stukken gezaagde binnendeuren uit de sloop; • 480 m² gevelhout restafval uit het productieproces van Hollands Peppelhout*; • 650 m² stalen gevangenisgas boven buitenruimte, uit jeugdgevangenis Zeist, voor begroeiing;

	<ul style="list-style-type: none"> • 1 stalen stationstrap; • 110 m² restpartij tegels*; • ca. 1.300 m² bestrating; • ca. 300 m² grasbetonsteen; • ca. 400 m² trottoirband; • ca. 56 varkensruggen. <p>Verder gescout en gevonden maar niet hergebruikt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100 m² systeemplafond; • 550 m² plafondafwerking; • 25 m² systeemwand; • 60 m² vlonderplanken. <p>* = geen 100% hergebruik omdat het nieuwe restpartijen betreft</p>
<p>Wat waren de succesfactoren?</p>	<p>Door te zoeken op marktplaatsen en in het aanbodnetwerk van Repurpose is alles wat was gescout gevonden. Het meest gunstige gevonden aanbod kostte de helft van het gereserveerde inkoopbudget (gebaseerd op inkoop van nieuw materiaal). Daardoor ontstond veel financiële ruimte om het nodige maatwerk te realiseren (in matchmaking, ontwerpaanpassingen en aanpassingen aan materialen op de bouwlocatie).</p> <p>Opdrachtgever en vrijwel alle opdrachtnemers wilden werken met biobased en/of hergebruikte bouwproducten. Hierdoor kon het team samen goed tot oplossingen komen, ook bij onverwachtse acute problemen/uitdagingen.</p> <p>Op de oude gemeentewerf kon de gemeente zelf vroegtijdig ingekocht aanbod tijdelijk opslaan. Ook hebben een aantal aanbieders aanbod vastgehouden totdat deze op de bouwlocatie benodigd waren.</p>
<p>Wat ging er anders dan verwacht?</p> <p>Hoe is dit opgelost of hoe had het opgelost kunnen worden?</p>	<p>Een aantal gevonden aanbiedingen voldeed niet aan de wensen van de klant. Uiteindelijk is ervoor gekozen om deze niet te hergebruiken maar nieuw (en vooral ook biobased) materiaal in te kopen en toe te passen.</p> <p>De gevonden bestaande bestrating is niet direct ingekocht. De reden was dat deze te vroeg was gescout: het ontwerp voor de terreininrichting was nog niet ver genoeg uitgewerkt om de juiste hoeveelheden te kunnen inkopen. Uiteindelijk heeft, een hele tijd later, de aannemer voor de bestrating hergebruikt materiaal ingekocht en toegepast.</p> <p>Het gevonden gaas voor gevelbegroeiing bleek zwaarder dan verwacht en de netten bleken niet allemaal dezelfde afmetingen te hebben zoals door de verkoper was aangegeven. Hierdoor moest de hoofdaannemer plotseling een nieuwe bevestigingsoplossing vinden en op de bouw puzzelen met gaasnetten van variërende afmetingen. De hoofdaannemer heeft deze uitdagingen tijdig en netjes opgelost.</p>
<p>Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten</p>	<p>Scout conform de adviezen in deze leidraad. Per project en per product verschilt het wanneer scouten verstandig is. Het is aan te raden om in een paar rondes te scouten.</p>

	Leg zo goed mogelijk met de verkoper vast wat voor materiaal geleverd gaat worden om hierop te kunnen terugvallen wanneer er iets afwijkends wordt geleverd.
--	--

Succesvol project #1	
Hergebruikt materiaal	Oude vloerdelen als wandbekleding interieur
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Zorg dat alle betrokken stakeholders volwaardig achter het toepassen van gebruikte materialen staan. Dan kan het écht!

Succesvol project #2	
Projectnaam	Aeres Almere (Circulair Award Public 2022)
Hergebruikt materiaal	Niet-constructief: inrichting, beplating van wanden, sloten, plafonds, vloerbedekkingen; constructief: hergebruikt beton/grind, cement
Wat waren de succesfactoren?	Tijdens het ontwerpproces is een sturende uitvraag gedaan. Daarbij vond een dialoogronde plaats met aannemers. Vooraf is budget vrijgegeven. Ook is een aanvullende beoordelingspuntenmatrix opgesteld om een extra score voor circulariteit te kunnen opnemen.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Organiseer vooraf een dialoogronde en selecteer aannemers die ervaring/ambitie hebben met circulariteit. Schep vooraf duidelijkheid over de financiële kaders en geef aan welke score en welk doel de opdrachtgever voor ogen heeft. Leid het ontwerpteam vanaf het begin met het streven naar een steeds hogere ambitie per fase. Trek dit door in de uitvoering door de juiste partijen te selecteren.

Succesvolle projecten vanuit de sloop – algemeen	
Projectnaam	Aeres Almere (Circulair Award Public 2022)
Hergebruikt materiaal	Producten waarbij hergebruik vaak succesvol is, zijn: <ul style="list-style-type: none"> • dakbeschot;

	<ul style="list-style-type: none"> • dakbalken; • dakpannen; • kozijnen; • cv-ketels; • deuren; • keukenblokken.
Wat waren de succesfactoren?	<p>Algemene succesfactoren zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de sloper op tijd betrekken (voorselectie in de ontwerpfase); • een opdrachtgever die bereid is na de aanbesteding te kijken naar mogelijkheden; • eerlijk en open samenwerken in een bouwteam.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<ul style="list-style-type: none"> • Betrek op tijd de sloper en trek samen op. • Werk binnen een bouwteam niet samen in concurrentie, maar wees eerlijk en open.

6.2 GWW

Verbeterproject #1	
Hergebruikt materiaal	Bovenleidingspaal
Wat ging er mis?	Tijdens het afbreken van een projectgebied bleek dat een aantal bovenleidingspalen in goede staat vrijkwamen. Er was de wens om deze bij een ander project weer toe te passen. Motivatie en energie was er bij alle betrokkenen, maar het is niet tot hergebruik gekomen, omdat er te weinig tijd beschikbaar was tussen vrijkomen en plaatsing.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Zorg voor een ruime planning.</p> <p>Keur op de donorlocatie.</p>

Succesvol project #1	
Hergebruikt materiaal	Betonnen viaductliggers
Wat waren de succesfactoren?	De opdrachtgever was direct betrokken in het project.

	<p>Het project is in een consortium uitgevoerd, waardoor er veel kennis aan tafel zat.</p> <p>Er was een subsidie beschikbaar, waardoor er meer motivatie was bij de verschillende partijen.</p>
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Vorm een hecht team.</p> <p>Betrek de opdrachtgever vanaf het begin.</p>

Succesvol project #2	
Projectnaam	Programma Hoogfrequent Spoorvervoer opstel terrein Westhaven
Hergebruikt materiaal	Fundatieblokken voor bovenleidingspalen in de spoorinfra (beton, constructief)
Wat waren de succesfactoren?	De blokken kwamen vrij in een project in Rotterdam waar ze ongeveer 20% van hun totale levensduur hebben gestaan. De blokken waren in goede staat. De blokken zijn intern verhandeld, wat de financiële afhandeling makkelijker maakte. De keuring is vrij uitgebreid behandeld in samenspraak met de opdrachtgever. Dat heeft waarschijnlijk bijgedragen aan het draagvlak.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	<p>Betrek stakeholders.</p> <p>Wees transparant.</p> <p>Wees open en eerlijk over de kosten.</p>

Succesvol project #3	
Projectnaam	Theemswegtracé
Hergebruikt materiaal	Hergebruik bovenleidingspaal als fundatie geluidsscherm
Wat waren de succesfactoren?	<p>Door een wijziging van de spoorinfra kwamen er ongeveer 100 bovenleidingspalen vrij. Deze palen waren erg specifiek en werden niet meer gebruikt in de infra. Met de geluidsschermenbouwer van VolkerWessels is gezocht naar een nieuwe toepassing. Die is gevonden: de palen zijn gebruikt als fundering voor geluidsschermen.</p> <p>Bij dit project werd gecommuniceerd over wie wat deed en werd het transporteren en keuren losgekoppeld van de standaardprojecten.</p>
Lesson's learned of aandachtspunten voor	<p>Betrek stakeholders.</p> <p>Wees transparant.</p> <p>Wees open en eerlijk over de kosten.</p>

vergelijkbare projecten	Wijk indien nodig af van het reguliere proces.
--------------------------------	--

Succesvol project #4	
Hergebruikt materiaal	Ballast/steenslag
Wat waren de succesfactoren	In het spoor komt vaak ballast/steenslag vrij. Samen met verschillende ondernemingen is dit opgegraven, getransporteerd en gezeefd. Daarna kon elke onderneming een deel gebruiken voor de eigen werkzaamheden.
Lesson's learned of aandachtspunten voor vergelijkbare projecten	Werk samen. Wees transparant.

7 Aanbevelingen

7.1 Blijf de thema's uit deze leidraad ontwikkelen

Deze leidraad biedt een algemeen raamwerk voor kwaliteitsbeoordeling en -borging bij hergebruik (zie 1.2). Die inzichten zullen verder moeten worden uitgewerkt voor specifieke productgroepen. Dat kan bijvoorbeeld leiden tot NTA's.

Voor de vier meestgebruikte constructieve materialen (beton, staal, metselwerk en hout) zijn in deze leidraad al wel kwaliteitsonderzoeken beschreven. Toch is ook voor die producten nog een verdiepingsslag nodig. Voor constructiestaal is recent een NTA opgesteld, voor beton, metselwerk en hout moet dit nog gebeuren.

In het bijzonder is voor de kwaliteitsbeoordeling van hout een verdere standaardisatie aan te bevelen (zie 4.7.1). De Europese en nationale normen voor sortering bemoeilijken het hergebruik van constructiehout uit bouw- en sloopafval en er ontbreekt een specifieke beoordelingsrichtlijn voor hergebruik hiervan.

Ook moeten aanbevelingen voor de meestgebruikte constructieve materialen worden toegespitst op subproductgroepen, bijvoorbeeld voor verschillende soorten beton.

Bij het doorontwikkelen van deze leidraad is het raadzaam om nieuwe inzichten te integreren van NEN-werkgroep over constructieve elementen (werkgroep 351001).

7.2 Stimuleer de markt voor hergebruik

Omdat de markt voor hergebruik nog klein is, is hergebruik op dit moment alleen haalbaar met actieve matchmaking (zie 1.3). Kwaliteitsbeoordeling en -borging van producten uit hergebruik vindt daarom nu nog plaats binnen de context van matchmaking.

Om doelstellingen op het gebied van circulair bouwen te halen, zal de overheid de markt voor hergebruik moeten stimuleren. Daarvoor is drang en dwang nodig, bijvoorbeeld door verplichte percentages van producten uit hergebruik op te nemen in het Bouwbesluit.

Als de markt voor hergebruik volwassener wordt, zal ook het proces voor kwaliteitsbeoordeling en -borging moeten worden herzien. De zachte kant van matchmaking (zie hoofdstuk 3) gaat op dat moment een kleinere rol spelen en de technische, harde kant van kwaliteitsonderzoeken (zie hoofdstuk 4) een grotere.

Literatuur

- Allaix, D.L., A. Bigaj-van Vliet, J. Visser & S. Valcke (2022). Challenges in the design of concrete structures with reclaimed elements. In: *6th fib International Congress on Concrete Innovation for Sustainability*. Oslo.
- Dietsch, P. & J. Köhler (2010). *Assessment of timber structures*. München: Shaker Verlag.
- European Commission (2022). *Eurocodes family*. Brussel: European Commission. Geraadpleegd 9-3-2023 via eurocodes.jrc.ec.europa.eu/en-eurocodes/eurocodes-family.
- Kanters, J. (2018). Design for deconstruction in the design process: State of the art. In: *Buildings*, 8(11), p. 150.
- NEN 8700-serie, *Normen voor constructieve veiligheid van bestaande bouw en verbouw*.
- NEN-EN 206, *Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit*.
- NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011, *Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies – Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen*.
- NEN-EN 1996-2+C1:2011, *Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk - Deel 2: Ontwerp, materiaalkeuze en uitvoering van constructies van metselwerk, met inbegrip van NEN-EN 1996:2006/NB:2011*.
- NEN-EN 14080, *Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements*.
- NEN-EN 14081-1, *Timber structures – Strength graded structural timber with rectangular cross section – Part 1: General requirements*.
- Niu, Y., K. Rasi, M. Hughes, M. Halme & G. Fink (2021). Prolonging life cycles of construction materials and combating climate change by cascading: The case of reusing timber in Finland. In: *Recourses, Conservation and Recycling*, volume 170, July 2021.
- Noordhoek, T. (2022). *High-quality reuse of materials in the building sector: A Research into the possibilities for reuse of monolithic-and hollow core slab floors coming from office buildings with a construction date between 1970 and 1990 in the new construction of serial housing*. Delft: TU Delft.
- Overheid.nl (2023a). *Regeling Bouwbesluit 2012*. Geraadpleegd op 10-3-2023 via wetten.overheid.nl/BWBR0031022/2022-06-01.
- Overheid.nl (2023b). *Regeling Europese afvalstoffenlijst*. Geraadpleegd op 10-3-2023 via wetten.overheid.nl/BWBR0013546/2021-10-16.
- Overheid.nl (2023c). *Wet milieubeheer*. Geraadpleegd op 23-5-2023 via wetten.overheid.nl/BWBR0003245/2023-04-19.
- Platform CB'23 (2021). *Leidraad Circulair inkopen. Leidende principes voor een circulaire bouw*. Delft: Platform CB'23.
- Platform CB'23 (2022a). *Metten van circulariteit. Meetmethode voor een circulaire bouw*. Delft: Platform CB'23.
- Platform CB'23 (2022b). *Leidraad paspoorten voor de bouw. Deel A + B. Werkafspraken en onderbouwing voor paspoorten in een circulaire bouwsector*. Delft: Platform CB'23.

Repurpose (2022). *Leidraad voor circulair slopen in Amersfoort*. Amersfoort: Repurpose. Geraadpleegd 6-3-2023 via <https://www.amersfoort.nl/sites/default/files/2022-07/Leidraad%20voor%20circulair%20slopen%20in%20Amersfoort.pdf>.

Rijksoverheid (2012). *Bouwbesluit 2012*. Den Haag: Rijksoverheid. Geraadpleegd 8-3-2023 via rijksoverheid.bouwbesluit.com/inhoud/docs/wet/bb2012.

Rijksoverheid (2023). *Meer toezicht in de bouw via de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb)*. Den Haag: Rijksoverheid. Geraadpleegd 8-3-2023 via rijksoverheid.nl/onderwerpen/bouwregelgeving/meer-toezicht-in-de-bouw-via-de-wet-kwaliteitsborging-voor-het-bouwen-wkb.

Rijkswaterstaat (2013). *Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken. Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand kunstwerk bij verbouw, gebruik en afkeur*. Utrecht: Rijkswaterstaat.

SVMS (2023). *Verificatieregeling circulair sloopproject*. Geldermalsen: Stichting veilig en milieukundig slopen. Geraadpleegd 26-5-2023 via veiliglopen.nl/nl/circulair-sloopproject/.

Whittaker, M. et al. (2021). Novel construction and demolition waste (CDW) treatment and uses to maximize reuse and recycling. In: *Advances in Building Energy Research*, Volume 15 – Issue 2, p. 253-269.

Yeung, J., S. Walbridge, C. Haas & R. Saari (2017). Understanding the total life cycle cost implications of reusing structural steel. In: *Environment Systems and Decisions*, 37, p. 101-120.