



RAPPORT

Circulair bouwen in de zorg

Versie 2 / juni 2022

Stefan Dannel
Sanne van Leeuwen
Rens Nijman

Samenvatting

Emissies door materiaalgebruik gaan steeds zwaarder wegen

De afgelopen jaren is veel onderzoek gedaan naar het effect van materiaalgebruik op de verduurzaming van het vastgoed. De bouw is een grondstof intensieve sector en een groot deel van het totale afval (35% in de EU) bestaat uit bouwmaterialen. Daarnaast is de bouwsector verantwoordelijk voor circa 39% van de wereldwijde CO₂-uitstoot, waarvan de productie van materialen en producten voor 11% verantwoordelijk is.¹ Door een steeds hogere eis aan de energieprestatie van gebouwen wordt het aandeel gebruiksemissies lager en nemen de emissies afkomstig uit het materiaalgebruik in verhouding toe. Er zijn vanuit het Klimaatakkoord streefwaarden voor de reductie van CO₂ voor 2030 en 2050 waaraan ook de bouwsector een bijdrage moet leveren. De Nederlandse overheid stimuleert de bouw met verschillende doelstellingen en subsidies om over te gaan tot circulair bouwen en streeft middels regelgeving ernaar om de negatieve milieu impact bij de productie van gebouwen te beperken. Het meest belangrijke instrument hiervoor is de Milieuprestatie Gebouwen (MPG) waar grenswaarden zijn opgesteld waaraan voldaan moet worden bij de vergunningsaanvraag voor nieuwbouw van woongebouwen en kantoren.

Welke voordelen biedt circulair bouwen in de zorg?

In dit rapport wordt antwoord gegeven op de vraag welke voordelen circulair bouwen in de verduurzaming van het zorgvastgoed biedt en op welke wijze dit binnen de zorgsector kan worden geïmplementeerd. Binnen dit onderzoek worden verschillende circulaire ontwerpstrategieën beschreven, met elkaar vergeleken en beoordeeld op toepassing in de zorg. Aan de hand van een casestudy worden daarnaast kwantitatieve inzichten in de bijdrage van circulair bouwen aan CO₂-emissiereductie gegeven en mogelijkheden bepaald die circulair bouwen biedt in relatie tot huidige en toekomstige regelgeving.

Circulair bouwen zorgt voor reductie in CO₂-uitstoot, financiële meerwaarde en oplossingen voor aanscherpende regelgeving

De conclusie van het onderzoek is dat circulair bouwen op verschillende manieren een positieve invloed kan hebben voor het zorgvastgoed. Door circulaire strategieën toe te passen kan de CO₂-uitstoot van zorgvastgoed *nu* worden gereduceerd. Terwijl de consequenties van een energie-efficiënter gebouw pas over de jaren heen tot uitdrukking komen, levert het gebruik van andere materialen en bouwmethoden al tijdens de bouwfase CO₂-emissie-reductie op. Naast dit maatschappelijk belang ligt verdere winst van circulair bouwen met name op financieel en organisatorisch niveau.

In financieel opzicht kan circulair bouwen een antwoord bieden op stijgende materiaal- en energieprijzen, die zijn ontstaan als gevolg van afhankelijkheden op de globale wereldmarkt. Door efficiënt gebruik van lokale, hernieuwbare en secundaire materialen wordt versterkt ingezet op zelfvoorziening en kan de invloed van globale kostenstijgingen worden beperkt. Door tegelijkertijd al in het ontwerp te focussen op herbruikbaarheid en flexibiliteit kan daarnaast de levensduur van gebouwen of hun onderdelen worden verlengd. In een continu veranderend zorglandschap zorgt dit voor efficiëntere businessmodellen, waarbij de waarde van het vastgoed hoger kan uitvallen dan van conventioneel ontwikkeld vastgoed.

De toenemende aanscherping van eisen en regelgeving op het gebied van materiaaltoepassing zorgen ervoor dat conventionele bouwmethoden nu al wettelijk onder druk staan en de noodzaak om in de toekomst anders te moeten bouwen steeds groter wordt. Met circulaire ontwerpstrategieën kan hierop worden geanticipeerd en geeft de zorgsector mogelijk een toekomstbestendige aanpak en een voortrekkersrol.

Implementatie van circulaire strategieën in de zorgsector

Belangrijke strategieën in circulair bouwen zijn *reductie*, *hergebruik* en *recycling*. Met *reductie* wordt gestuurd op preventie van de realisatie van (nieuwe) producten, elementen en gebouwen of het met minder materialen realiseren hiervan. *Hergebruik*

¹ International Energy Agency.(2019). Global status report for buildings and construction: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.

kan op twee manieren in de ontwerpvisie worden opgenomen – enerzijds door integratie van bestaande secundaire elementen in het ontwerp, anderzijds door ontwerpmethoden die de levensduur van deelproducten of gehele gebouwen in de toekomst kunnen verlengen. Tot slot is *recycling* de strategie om materiaalgebruik te verminderen en CO₂-emissies te reduceren.

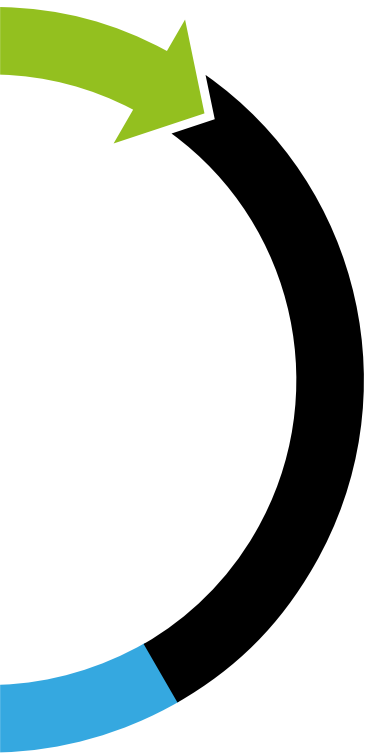
Voor de zorgsector wordt op dit moment de grootste potentie voor circulair bouwen in de langdurige zorg gezien. De aankomende nieuwbouwpoging is hiervoor relatief groot en de gebouwen zijn vergelijkbaar met de woningbouw (waar al kennis op circulair bouwen is opgebouwd). Tot slot zijn het eisenpakket (adaptief, flexibel en gezond) en de eigendomsstructuur (gericht op eigen beheer of langlopende huurcontracten) compatibel met circulaire prestatie-eisen.

Reductie van MPG en CO₂ bij case study met circulaire maatregelen

Toepassing van concrete circulaire maatregelen resulteert in uiteenlopende uitkomsten. De resultaten verschillen in de mate van emissiereductie die de maatregelen opleveren, maar ook in de complexiteit om deze in huidige bouwprocessen te integreren. Uit dit onderzoek blijkt dat door toepassing van een combinatie van circulaire maatregelen de MPG-waarde van een referentiegebouw op dit moment al met 17% gereduceerd kan worden.

De reductie van materiaal gebonden CO₂-emissies kan per maatregel verschillen van 2% tot 23% (bij transformatie zelfs 37%). Een versterkte ontwikkelstrategie tot transformatie van bestaand vastgoed, toepassing van houten constructiesystemen of een bewuste ontwerpmethodiek voor flexibele, adaptieve bouwsystemen, blijken naast een relevante emissiereductie ook het meest compatibel met de vraag uit de zorg.

Bij slimme combinatie van meerdere maatregelen kan de materiaal gebonden CO₂-reductie per gebouw oplopen tot 29%. Voor het totaal van energie- en materiaal gebonden CO₂-uitstoot, leidt dit tot 8% CO₂-reductie waardoor circulair bouwen binnen het verduurzamingsvraagstuk in het zorgvastgoed een relevante bijdrage kan leveren.



Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave.....	4
Definitielijst	5
1 Inleiding	7
2 Circulair bouwen	9
2.1 Nederland Circulair	9
2.2 Wat is circulair bouwen	10
2.3 Doelen van circulariteit	11
2.4 Beleid en Wetgeving	12
2.4.1 Milieuprestatie gebouwen (MPG) – rekenmethode	12
2.4.2 CO ₂ -budget.....	13
2.5 Regelingen Circulair Bouwen	13
2.6 Trends in de bouw in relatie tot circulair bouwen.....	14
3 Vastgoed in de zorgsector	16
3.1 Karakteristieken zorggebouwen	16
3.1.1 Curatieve Zorg	16
3.1.2 Langdurige Zorg	19
3.2 Bouwopgave tot 2030 en 2050	20
3.3 Scope onderzoek op basis van de bouwopgave	23
4 Circulaire strategieën	24
4.1 Zes ontwerpstrategieën	24
4.2 Gerealiseerde en verwachte circulariteit	28
5 Case study effect van circulair ontwerp op zorggebouwen	29
5.1 Referentiegebouw (huidige standaard)	29
5.2 Circulaire maatregelen (aparte alternatieven)	31
5.3 Circulaire scenario (gecombineerde maatregelen)	41
5.3.1 Toepassing van een gecombineerd scenario	41
5.3.2 Verhouding van materiaal- en gebruikgebonden emissies	42
5.4 Vertaling naar de zorgsector	44
5.4.1 Resultaten in relatie tot klimaatdoelen	44
5.4.2 Toepassing voor de zorgbouw.....	45
5.5 Afwegingskader implementatie	46
6 Discussiepunten en beperkingen	49
7 Conclusies en aanbevelingen.....	50
7.1 Conclusies.....	50
7.2 Aanbevelingen	52
8 Bronnen.....	53

Definitielijst

Deze lijst geeft een overzicht van de verschillende definities die worden gebruikt rondom circulair bouwen. Veel definities zijn overgenomen uit de Lexicon van CB'23²

Adaptief vermogen

Het adaptief vermogen van een bouwwerk omvat alle eigenschappen die het mogelijk maken dat een bouwwerk op een duurzame en economisch rendabele wijze zijn functionaliteit behoudt gedurende zijn gehele (technische)levensduur, bij veranderende behoeften en omstandigheden.

Circulair bouwen

Circulair bouwen is het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten door gebruik te maken van zoveel mogelijk hernieuwbare grondstoffen. Bouwen op een wijze die economisch, sociaal cultureel en ecologisch verantwoord is. Hier en daar, nu en later.

Circulair bouwwerk

Een bouwwerk dat is ontworpen en uitgevoerd volgens circulaire ontwerpprincipes en/of is gerealiseerd met circulaire producten, elementen en materialen.

Circulaire ontwerpstrategie

Strategie die omschrijft welke circulaire ontwerpkeuzes wanneer moeten worden gemaakt en welke middelen daarvoor worden ingezet om een circulaire strategie te implementeren.³

Biobased materialen (producten)

Biobased materialen (producten) zijn materialen (producten) die zijn gemaakt van hernieuwbare, organische grondstoffen in plaats van fossiele grondstoffen.

Demontabel (losmaakbaarheid)

Demontabel betreft het niet-destructief uit elkaar kunnen halen van een samengesteld bouwproduct of element. Waarbij het de voorkeur geniet dat dit eenvoudig mogelijk is.

Economische levensduur

De economische levensduur van een bouwwerk is de levensduur waarover een bouwwerk bij realisatie wordt afgeschreven.

Hergebruik

Hergebruik betekent het opnieuw gebruiken van constructies, bouwproducten of gebouw- of GWW-werkonderdelen/elementen in dezelfde functie, al dan niet na bewerking. Voorbeelden zijn het opnieuw gebruiken van een isolatiemateriaal als isolatiemateriaal, van een deur als een deur, van een dak als een dak.

Hoogwaardig hergebruik

Bij hoogwaardig hergebruik heeft het secundaire materiaal in beginsel dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke (nieuwe of primaire) materiaal.

Levenscyclusanalyse (LCA)

Een Levenscyclusanalyse (LCA) is een methode voor de vaststelling en evaluatie van de ingaande en uitgaande stromen, en potentiële milieueffecten van een productsysteem gedurende zijn levenscyclus als gevolg van uitstoot naar lucht, water en bodem. Onder milieueffecten worden een aantal categorieën onderscheiden, bijvoorbeeld klimaatverandering (als gevolg van o.a. CO₂-emissie), maar ook verzuring en toxiciteit.

² Platform CB'23. (2020) Lexicon Circulaire Bouw. Eenduidige termen en definities. Versie 2.0 - 2 juli 2020.

³ Platform CB'23. (2021) Leidraad Circulair ontwerpen. Werkafspraken voor een circulaire bouw. Juli 2021.

Milieu-impact

Uitstoot van stoffen naar lucht, water en bodem, geheel of gedeeltelijk het gevolg van de activiteiten of producten van een organisatie, welke leiden tot verschillende milieueffecten. Deze effecten worden opgeteld tot een totale milieu-impact in een levenscyclusanalyse (LCA). Voor de bouwsector hanteren we hiervoor de Bepalingsmethode Milieuprestatie van Stichting NMD.⁴

Milieukostenindicator (MKI)

Een milieukostenindicator (MKI) is de eenheid waarin de milieukosten worden uitgedrukt.

Milieuprestatie gebouwen (MPG)

De Milieuprestatie Gebouwen (MPG) is een maatstaf voor de duurzaamheid van een gebouw qua (netto) energieverbruik en milieubelasting als gevolg van het materiaalgebruik. Deze wordt berekend volgens Bepalingsmethode Milieuprestatie van Stichting NMD. De MPG wordt samengevat in de milieukostenindicator score in Euro's. Een MPG is voor nieuwbouwwoningen en kantoorgebouwen van 100+ m² verplicht bij de aanvraag van een Omgevingsvergunning.

Modulair bouwen

Modulair bouwen betekent dat op de bouwplaats gebruik gemaakt wordt van in een fabriek samengestelde elementen. Deze elementen bestaan vaak uit meerdere modules. En deze modules bevatten diverse industrieel vervaardigde componenten.

Recycling

Recycling is het opnieuw inzetten van afgedankte producten (secundaire materialen) voor het maken van producten.

Renoveren

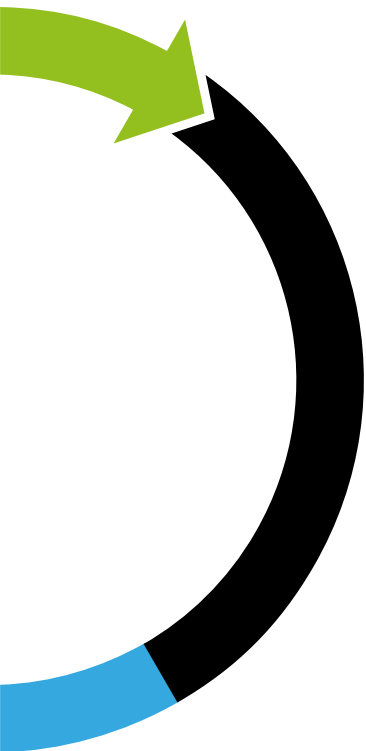
Renoveren is het een op zichzelf nog goed functionerend product weer bij de tijd brengen door het grootschalig opknappen ervan (zoals gebouwen) of moderniseren (bijvoorbeeld de Fair Phone), waardoor de basisfunctie vaak groter wordt.

Technische levensduur

De technische levensduur is de vooraf bepaalde periode waarin een object voldoende betrouwbaar de gewenste functies kan blijven vervullen.

Waardebehoud

Waardebehoud betreft het hoogwaardig hergebruiken van objecten en/of haar grondstoffen. Dit wordt gemaximaliseerd door een vergelijkbare of hoogwaardigere functionaliteit na te streven bij hergebruik waardoor technische en economische waarde zoveel mogelijk behouden blijft.



⁴ Nationale Milieu Database, bepalingmethode. Opgehaald van: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

1 Inleiding

In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt over verduurzaming van het Nederlandse vastgoed met als tussentijds streefdoel in 2030 een CO₂-emissiereductie van 49% en als einddoel 95% CO₂-emissiereductie in 2050 ten opzichte van het peiljaar 1990. Voor de gebouwde omgeving streeft de Nederlandse overheid naar een CO₂-neutrale gebouwvoorraad in 2050. Hier ligt de nadruk op de gebruiksfase van gebouwen, het efficiënt (her)gebruik van grondstoffen wordt in het Klimaatakkoord niet direct gekoppeld aan de verduurzamingsopgave voor gebouwen.⁵

Op het gebied van grondstoffen zijn er voor de gebouwde omgeving ook doelstellingen geformuleerd op nationaal en internationaal niveau. Het Europees Parlement heeft de ambitie geformuleerd dat de levensduur van gebouwen wordt verlengd, dat er doelstellingen komen voor de verkleining van de CO₂-footprint van grondstoffen, en dat er minimumeisen voor hulpbronnen- en energie-efficiëntie worden gesteld.⁶ Deze doelen zijn gesteld omdat de bouw grondstoffenintensief is en meer dan 35% van al het afval in de EU uit bouwmaterialen bestaat. In Nederland is in 2016 het programma "Nederland Circulair in 2050" opgezet. Een circulaire economie is nodig om drie redenen: 1) efficiënt gebruik van grondstoffen door een groeiende vraag, 2) leveringszekerheid en onafhankelijk te zijn van andere landen, en 3) vanwege de invloed op het milieu en specifiek de CO₂-uitstoot.⁷

Het doel is om in 2050 volledige gesloten materialenkringlopen te hebben en "een economie zonder afval waarbij alles draait op herbruikbare grondstoffen".⁸ Het streven naar deze volledig gesloten materiaalkringlopen lijkt niet volledig haalbaar in combinatie met de grote nieuwbouwpoging en de verduurzaming van bestaand vastgoed. Voor beide opgaven zijn de komende jaren veel grondstoffen nodig.⁹ Toch blijkt uit diverse studies voor woningbouw en kantoorgebouwen dat er kansen liggen om een extra CO₂-emissiereductie te bereiken door met een "circulaire bril" te kijken naar materiaal(her-)gebruik in/voor de gebouwen en beide transitie's integraal te beschouwen.^{10,11,12,13}

Voor de zorgsector is een routekaart ontwikkeld om aan te geven hoe de operationele CO₂-emissiereductie voor het vastgoed in de zorgsector de komende jaren bereikt kan worden.¹⁴ In de context van het veranderend zorglandschap zijn er uitdagingen om het bestaande vastgoed te verduurzamen en daarnaast een nieuwbouwpoging te realiseren vanwege een veranderende en/of toenemende vraag naar capaciteit. De sectorale routekaarten beschrijven verschillende scenario's voor de energetische verduurzaming met bijbehorende CO₂-emissiereducties. De vraag die nog niet beantwoord is, is wat

⁵ Ambities grondstoffen (her-)gebruik staan in het Klimaatakkoord niet specifiek beschreven voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Wel voor de industrie (hoofdstuk C3.1) en de circulaire GWW (hoofdstuk C2.5) Bron: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

⁶ Europees parlement (2021) Hoe wil de EU uiterlijk in 2050 een circulaire economie tot stand brengen. Opgehaald van: <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/society/20210128STO96607/hoe-wil-de-eu-uiteindelijk-in-2050-een-circulaire-economie-tot-stand-brengen>

⁷ Rijksoverheid. Noodzaak van circulaire economie. Opgehaald van:

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/noodzaak-van-circulaire-economie>

⁸ Rijksoverheid. Nederland circulair in 2050. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

⁹ Kishna, M. et al (2019) Doelstelling circulaire economie 2030: Operationalisering, concretisering en reflectie. Opgehaald van: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-policy-brief-doelstelling-circulaire-economie-2030-3551.pdf>

¹⁰ Joosse, B. (2018) Circulair bouwen: economische kans en CO₂ reductie. Opgehaald van: <https://www.change.inc/infra/circulair-bouwen-economische-kans-en-co2-reductie-30629>

¹¹ Diverse rapporten van W/E adviseurs in opdracht van overheid.

¹² Universiteit van Utrecht. (2018) De relatie tussen de CO₂ prestatieladder en circulariteit. Opgehaald van: <https://www.piano.nl/nl/document/16578/de-relatie-tussen-de-co2-prestatieladder-en-circulariteit>

¹³ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). Bijdrage circulaire economie aan de klimaatopgave. Opgehaald van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2021/03/31/bijdrage-circulaire-economie-aan-de-klimaatopgave/bijdrage+circulaire+economie+aan+de+klimaatopgave.pdf>

¹⁴ Expertisecentrum verduurzaming zorg. Opgehaald van: <https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/>

circulair bouwen voor rol hierin kan spelen. In de Green Deal Duurzame Zorg is al wel aandacht voor 'circulair werken' gericht op het bevorderen van efficiëntere processen en te zorgen voor minder verspilling. Bij circulair werken worden mogelijkheden gezien in o.a. bedrijfskleding, medische hulpmiddelen en wegwerpproducten. Dit onderzoek geeft inzicht in op welke wijze circulair bouwen kan bijdragen aan de verduurzamingsopgave in de breedte, welke voordelen circulair bouwen voor de zorgsector heeft en hoe dit binnen de zorgsector kan worden geïmplementeerd. Hierbij zullen circulaire ambities en kansen specifiek gekoppeld worden aan het vastgoed in de zorg. Dit kwalitatieve onderzoek benoemt de circulaire (on)mogelijkheden per deelsegment van het zorgvastgoed. Aan de hand van een casestudy op gebouwniveau is kwantitatief het potentieel van circulair bouwen op de CO₂-emissiereductie aangegeven. Dit onderzoek geeft antwoord op de volgende hoofdvraag en daaruit volgende deelvragen:

Hoofdvraag

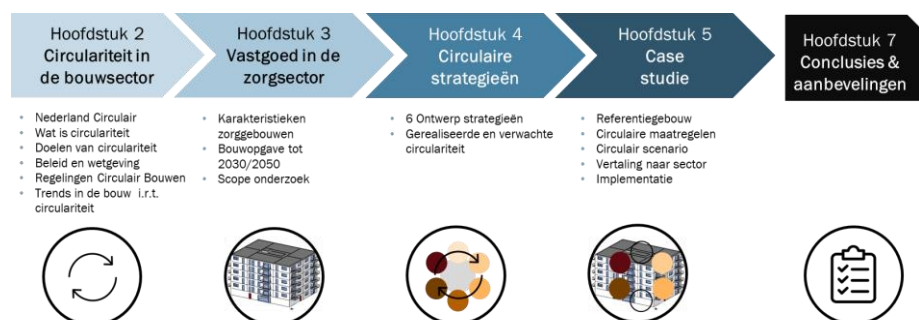
- Welke voordelen biedt circulair bouwen in de verduurzaming van het zorgvastgoed en op welke wijze kan dit binnen de zorgsector worden geïmplementeerd?

Deelvragen

- In welk deelsegment van het zorgvastgoed heeft circulair bouwen de grootste potentie voor reductie van CO₂-emissies?
- Welke maatregelen voor circulair bouwen bestaan er voor dit segment ?
- Wat is de CO₂-emissiereductie door het toepassen van verschillende circulaire maatregelen (Casus referentiegebouw)?
- Welke circulaire maatregelen sluiten het best aan bij de zorgsector?

Leeswijzer

Om de vraag naar het effect van circulair bouwen in de zorg te specificeren wordt binnen dit rapport eerst de betekenis van de circulaire economie in het algemeen en de specifieke kenmerken en doelen ervan in de bouw uitgelegd in hoofdstuk 2, zie figuur 1. Hierna wordt in hoofdstuk 3 de actuele en toekomstige situatie binnen het vastgoed in de zorgsector tot 2050 gekarakteriseerd om te komen tot relevante aanknopingspunten voor circulaire bouw. In hoofdstuk 4 worden aan deze achtergrond zes ontwerpstrategieën gekoppeld die binnen de gehele levenscyclus van een gebouw kunnen leiden tot *reductie van materiaal gebonden CO₂-uitstoot, hergebruik van bouwobjecten en recycling van materiaalgebruik*. Deze strategieën worden in hoofdstuk 5, case study, van concrete maatregelen voorzien. Voor een standaardgebouw, vergelijkbaar met voorbeelden uit de langdurige zorg, wordt per maatregel (aparte alternatieven) en per gebouw (gecombineerde maatregelen) het potentieel voor de zorgsector onderbouwd. Daarbij worden de materiaal gebonden effecten voor zowel verlaging van de schaduwkosten (MPG) als ook reductie van CO₂-emissies (CO₂-uitstoot) kwantitatief doorgerekend en de randvoorwaarden voor implementatie (financieel, organisatorisch en technisch) kwalitatief met elkaar vergeleken. Het rapport wordt afgerond met discussie en beperkingen in hoofdstuk 6 met vervolgens conclusies en aanbevelingen voor de introductie van circulair bouwen in de zorg in hoofdstuk 7.



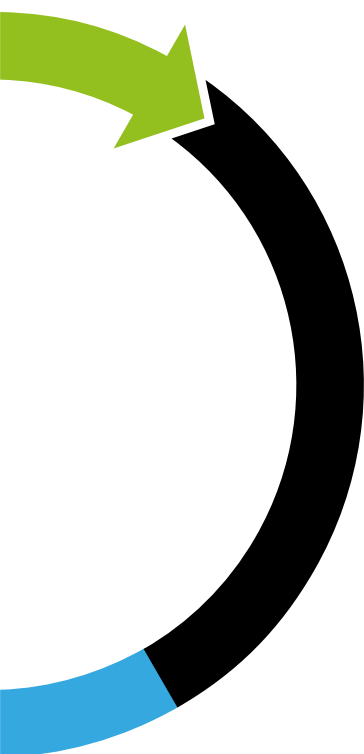
Figuur 1: Leeswijzer

2 Circulair bouwen

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste ontwikkelingen in Nederland samengevat op het gebied van circulair bouwen. Wat wordt er bedoeld met circulair bouwen en welke ambities en (juridische) kaders zijn er vanuit de overheid.

2.1 Nederland Circulair

In Nederland is in 2016 het programma "Nederland Circulair in 2050" opgezet. Het toenmalige kabinet wilde hiermee het perspectief van een toekomstbestendig en duurzame economie schetsen en acties formuleren om deze transitie in Nederland aan te jagen.¹⁵ In 2018 en 2019 zijn hieraan een transitieagenda en concrete uitvoeringsacties toegevoegd voor vijf sectoren hoe de overgang naar een circulaire economie gemaakt kan worden richting 2050. Het doel is om in 2050 volledige gesloten materiaalkringlopen te hebben en "een economie zonder afval waarbij alles draait op herbruikbare grondstoffen". De tijdslijn van deze transitie met de ambities vanuit de overheid is samengevat in Figuur 2.¹⁶



2016	Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050
2017	Grondstoffenakkoord getekend door 180 partijen in Den Haag
2018	Transitieagenda's: inzoomen op 5 sectoren <ol style="list-style-type: none">1. Biomassa en voedsel2. Kunststoffen3. Maakindustrie4. Consumptiegoederen5. Bouw
2019	Uitvoeringsprogramma: acties en projecten 2019 – 2023. Het uitvoeringsprogramma wordt geregeld bijgewerkt: <ul style="list-style-type: none">• Jaarlijkse conferentie georganiseerd door ministerie I&W.• Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) maakt samen met diverse kennisinstellingen elke 2 jaar een voortgangsrapport. Eerste publicatie "Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021 (ICER 2021) is verschenen¹⁷• Iedere 5 jaar werkt de Rijksoverheid het Uitvoeringsprogramma bij.
2030	50% minder verbruik van grondstoffen
2050	Een economie zonder afval

Figuur 2: Tijdslijn programma met de ambities vanuit de overheid.

De noodzaak voor een circulaire economie is geformuleerd in het programma "Nederland Circulair in 2050" om drie redenen:

- 1) efficiënt gebruik van grondstoffen door een groeiende vraag,
- 2) leveringszekerheid en onafhankelijk te zijn van andere landen,
- 3) vanwege de invloed op het milieu en specifiek de CO₂-uitstoot.¹⁸

De bouwsector is niet voor niets een van de vijf sectoren waar de overheid de focus op legt: het is een grondstofintensieve sector en 35% van al het afval in de EU bestaat uit bouwmaterialen. Uitgedrukt in CO₂-emissies is de bouwsector verantwoordelijk voor

¹⁵ Het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken. (2016) Nederland circulair in 2050. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>

¹⁶ Rijksoverheid. Nederland circulair in 2050. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

¹⁷ PBL (2021) Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021.

¹⁸ Rijksoverheid. Noodzaak van een circulaire economie. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/noodzaak-van-circulaire-economie>

circa 39 procent van de wereldwijde uitstoot, daarvan is alleen al het materiaalgebruik verantwoordelijk voor 11 procent.¹⁹

Sinds de introductie van het programma “Nederland circulair” in 2016 zijn we nu een aantal jaren verder en zijn er diverse voorbeelden van circulair bouwen in de praktijk. Ook zijn er studies verschenen die de (on-)mogelijkheden van circulair bouwen benoemen.

In een studie van het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) zijn de materiaalstromen voor de bouw in 2014 onder de loep genomen met verwachtingen naar de toekomst. In dat jaar gebruikte de Nederlandse bouwsector in totaal 17,6 miljoen ton aan materialen²⁰. Er kwam 7,3 miljoen ton aan materiaal voort uit sloop en renovaties. Daarvan werd een groot deel hergebruikt maar vooral als gerecycled materiaal in de Grond-, Weg- en Waterbouw.²¹ Hieruit blijkt dat de vraag naar materialen groter is dan wat er vrijkomt als secundair materiaal uit de bestaande bouw. Het EIB verwacht dat deze verhouding op de korte termijn nog verder uit elkaar zal liggen met de grote nieuwbouwpoging, maar op de langere termijn dichter bij elkaar komt. Deze studie illustreert dat als we op de huidige wijze blijven bouwen dat het volledig sluiten van de materiaalkringlopen voor de bouwsector niet realistisch lijkt. Wanneer andere keuzes worden gemaakt in het ontwerp van een gebouw en circulaire bouwprincipes worden toegepast is een significante CO₂-reductie mogelijk volgens een studie van W/E adviseurs. In deze studie zijn een aantal varianten berekend waaruit blijkt dat gemiddeld 12,5% CO₂-reductie kan worden bereikt.²²

2.2 Wat is circulair bouwen

Naast de Transitieagenda is Platform CB'23 opgericht om tussen 2018 en 2023 een aantal doelen van de Transitieagenda te helpen realiseren. Naast initiatiefnemers RVB, RWS en NEN zitten er diverse organisaties in de Regieraad. In de actieteams zitten elk jaar andere experts die concreet werken aan uitwerking van methodes en werkafspraken voor de gehele bouwsector²³. TNO en Stimular zijn hier ook bij aangesloten. CB'23 heeft met behulp van de bouw-brede vertegenwoordiging een Lexicon opgezet om eenduidigheid in begrippen en definities aan te brengen²⁴. Een aantal begrippen uit deze Lexicon staat ook aan het begin van dit rapport vermeld, deze definities worden ook in dit rapport gebruikt.

De belangrijkste daarvan is de definitie van Circulair bouwen *“Ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.”*

Bij circulair bouwen wordt vaak het eerst gedacht aan hergebruik van oude bouwmaterialen en -producten vanuit de bestaande gebouwen, maar circulair bouwen gaat veel verder dan hergebruik en recycling aan het einde van de levensduur (zoals ook uit de volledige definitie hierboven blijkt). In essentie draait een circulaire economie om gebruik van zo min mogelijk grondstoffen. Circulaire strategieën, vaak gepresenteerd in de R-ladder (zie figuur 4), kunnen bijdragen aan een aanzienlijke efficiëntere omgang met grondstoffen op de verschillende momenten in een productcyclus, zie figuur 4. Juist ook in de ontwerp- en gebruiksfase is er veel winst te behalen om de hoeveelheid grondstoffen te verminderen en daarmee ook de belasting op het milieu. Dit wordt ook geconstateerd in het voortgangsrapport van PBL: recycling vormt al jaren onderdeel van de Nederlandse economie, hierin vinden met name technische innovaties plaats die

¹⁹ International Energy Agency(2019). Global status report for buildings and construction: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.

²⁰ Totale materiaalstroom voor woningbouw en utiliteitsbouw samen, voor nieuwbouw en herstel en verbouw.

²¹ EIB (2020) Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw. Opgehaald van: <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2020/02/Rapport-Materiaalstromen-in-de-woning-en-utiliteitsbouw-klein.pdf>

²² W/E adviseurs. (2018) Potentiële CO₂-reductie bij toepassing circulair bouwen principes in de energietransitie, W/E rapport 9737.

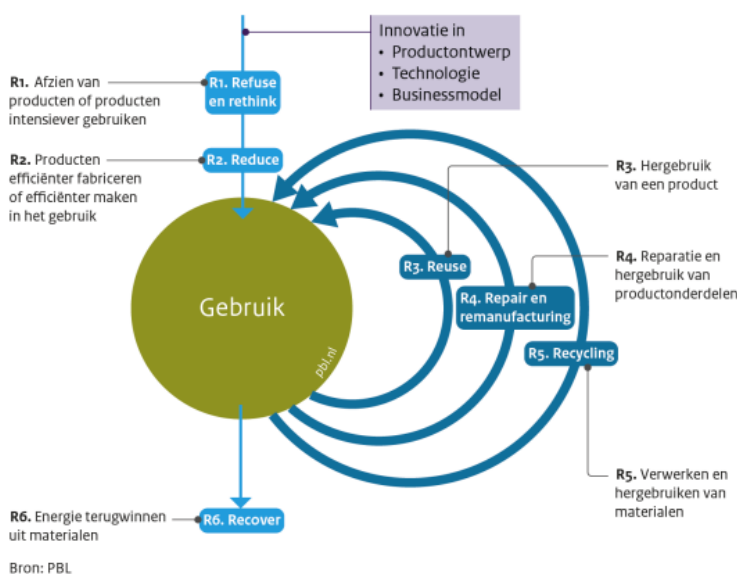
²³ Platform CB23. Over platform CB'23. Opgehaald van: <https://platformcb23.nl/over-platform-cb-23>

²⁴ Platform CB23. (2020) Leidraad Meten van circulariteit.

zorgen voor betere recycling. De ervaringen met circulair productontwerp en andere verdienmodellen laten zien dat radicaal andere productie- en consumptiewijzen mogelijk zijn en efficiënter gebruik van grondstoffen mogelijk maken²⁵.

Het schillen-model van Steward Brand beschrijft dat de componenten in een gebouw een verschillende levensduur hebben welke zijn samen te vatten in zes schillen.²⁶ Dit perspectief sluit goed aan bij circulair bouwen en maakt inzichtelijk dat er verschillende strategieën in circulair bouwen nuttig zijn voor verschillende bouwdelen. Een voorbeeld hiervan is door componenten met een lange levensduur flexibel te maken (aanpasbaar aan toekomstige functiebehoefte) en producten met een korte levensduur makkelijk bereikbaar te maken voor onderhoud en/of vervanging.

R-ladder met strategieën van circulariteit



Figuur 3: R-ladder²⁷

2.3 Doelen van circulariteit

Circulair bouwen en het sluiten van de materiaalkringlopen staat als vraagstuk niet op zichzelf, de ambities die worden gesteld hangen nauw samen met maatschappelijke opgaves waar Nederland voor staat. Circulair bouwen moet dus ook niet een doel op zich worden maar een *middel* om doelstellingen rondom efficiënt grondstoffengebruik, leveringszekerheid en vermindering van milieudruk te realiseren. In rapporten van Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) wordt de samenhang van belangrijke maatschappelijke opgaves weergegeven (zie figuur 5) en wordt benadrukt waarom aanvullend beleid voor een circulaire economie noodzakelijk is^{28,29}, namelijk om:

- 1) klimaatverandering tegen te gaan,
- 2) biodiversiteitsverlies te verminderen,
- 3) vervuiling tegen te gaan,
- 4) leveringsrisico van grondstoffen te verminderen.

²⁵ PBL. (2021) Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021.

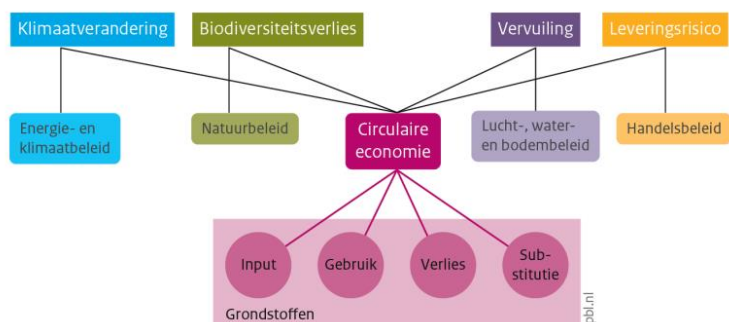
²⁶ Brand, S. (1994) 'How buildings learn: What happens after they're built',

²⁷ Kishna, M. Rood, T. Gerdien Prins, A. (2019) Achtergrondrapport bij circulaire economie in kaart. Opgehaald van: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-achtergrondrapport-bij-circulaire-economie-in-kaart-3403_1.pdf

²⁸ Kishna, M. et al (2021) Integrale circulaire economie rapportage 2021. Opgehaald van: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>

²⁹ Hanemaaijer, A. et al (2021) Mogelijke doelen voor een circulaire economie. Opgehaald van: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf

De focus in dit rapport ligt op het eerste punt, het tegengaan van klimaatverandering, en de daaraan gerelateerde klimaatdoelstelling om CO₂-uitstoot te verminderen.



Figuur 4: Positionering circulaire economie t.o.v. maatschappelijke opgaves en beleidsthema's, PBL.³⁰

2.4 Beleid en Wetgeving

De overheid probeert op dit moment vooral met diverse doelstellingen en subsidieregelingen richting 2030 en 2050 de bouw te stimuleren mee te gaan naar een circulaire bouweconomie. Hoewel er voor circulair bouwen in Nederland nog geen volledige meetmethode en harde eisen worden gehanteerd, is er wel een methode die nu hiervoor wordt ingezet: de milieuprestatie gebouwen (MPG). De MPG is opgenomen in artikel 5.9 van het Bouwbesluit en is een verplichting bij de aanvraag van een bouwvergunning.³¹ De MPG geeft aan wat de milieubelasting is van de materialen die in een gebouw worden toegepast. Op dit moment geldt deze MPG-eis voor nieuwe kantoorgebouwen (groter dan 100 m²) en nieuwbouwwoningen met op dit moment een grenswaarde van respectievelijk €1,0 en €0,8 per m² bvo per jaar. Een MPG wordt afgegeven door een adviseur die op basis van een vaste methodiek de milieubelasting voor de nieuwbouw berekend. Terwijl de MPG al wordt ingezet als methode om de milieubelasting van nieuwe gebouwen te verlagen, zijn er discussies over specifieke indicatoren voor circulair bouwen en of deze geïntegreerd kunnen worden in de rekenmethode van de MPG.

2.4.1 Milieuprestatie gebouwen (MPG) – rekenmethode

De MPG van een gebouw is de som van de schaduwkosten van alle toegepaste materialen in een gebouw. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met vervanging en onderhoud van materialen tijdens de levensduur van het gebouw. Het bepalen van schaduwkosten of milieukosten is een manier om verschillende milieueffecten samen onder één noemer op te tellen. Onder milieueffecten worden een aantal categorieën onderscheiden, bijvoorbeeld klimaatverandering (als gevolg van o.a. CO₂-emissie), maar ook verzuring en toxiciteit. Deze milieueffecten van alle producten in een gebouw worden bepaald met een Levenscyclusanalyse (LCA). De uitkomsten hiervan worden opgenomen in de Nationale Milieudatabase (NMD). Deze NMD is gekoppeld aan diverse MPG-tools waarmee een MPG berekend kan worden. De totale som van de toegepaste producten wordt gedeeld door de levensduur en het bruto vloeroppervlak van een gebouw. De MPG wordt vervolgens uitgedrukt als schaduwkosten per vierkante meter bvo per jaar.³²

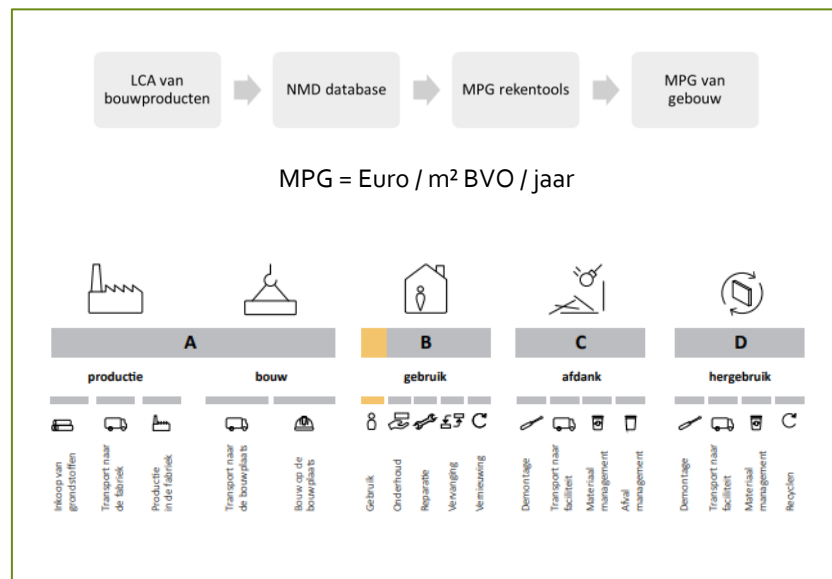
De levensfasen A t/m D die worden beschouwd in een LCA van alle bouwproducten waarbij CO₂-emissies vrijkomen zijn hieronder weergegeven in Figuur 6. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen materiaalgebonden (grijs) en operationele (geel)

³⁰ Hanemaaijer, A. et al (2021) Mogelijke doelen voor een circulaire economie. Opgehaald van: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf

³¹ Bouwbesluit Art 5.. Opgehaald van: <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/wet/bb2012/hfd5/afd5-2>

³² Rijksoverheid. MilieuPrestatie Gebouwen- MPG. Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/milieuprestatie-gebouwen>

emissies.³³ In een MPG worden de operationele emissies door *gebruik* van een gebouw niet meegenomen.



Figuur 5: Rekenmethode en levensfasen in een MPG. Hierbij tellen alleen de materiaalgebonden emissies mee (grijs) en niet de operationele emissies (geel).

2.4.2 CO₂-budget

Naast overheidsbeleid en doelen richting 2030 en 2050 wordt er tegelijkertijd een vertaalslag gemaakt wat de langetermijndoelen betekenen voor de ambities voor de korte termijn. In een rapport van het DGBC en NIBE³⁴ zijn consequenties van beleid op het niveau van CO₂-emissiereductie naar de dagelijkse bouwpraktijk vertaald. Uitgaande van een globaal CO₂-budget, werd berekend dat de Nederlandse bouw bij aanhouding van de huidige bouwpraktijk zijn aandeel van dat budget binnen zeven jaar heeft opgemaakt. De berekening stoelt op het 1,5 graden-groei-scenario tot 2050. Daarin mag de wereld in totaal nog 400 gigaton CO₂ uitstoten. Verdeeld over het aantal inwoners heeft Nederland een budget van 904 miljoen ton. De bouw is verantwoordelijk voor 11 procent van deze CO₂-uitstoot (exclusief energieverbruik in de gebouwde omgeving), waarmee het budget voor de bouw op 100 miljoen ton uitkomt. Jaarlijks stoot de bouw echter 15 miljoen ton CO₂ uit bij het huidige bouwvolume en de huidige bouwwijze (jaarlijks 70.000 woningen en 6,2 miljoen vierkante meter utiliteitsbouw).

2.5 Regelingen Circulair Bouwen

De regelingen Milieu-investeringsaftrek (MIA) en Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL) bieden fiscale voordelen voor ondernemers die investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen. Via MIA kan een percentage van de investering in mindering worden gebracht op de fiscale winst. Via de VAMIL kan gekozen worden voor afschrijving van een investering op een willekeurig moment. Het voordeel van sneller afschrijven is dat de fiscale winst in een bepaald jaar daarmee lager is.³⁵

Jaarlijks publiceert RVO de nieuwe milieulijst voor welke producten en bedrijfsmiddelen in aanmerking komen voor de MIA en VAMIL regelingen. Wanneer een investering aansluit bij de milieulijst komt er maximaal 1.200 euro per m² in aanmerking voor een

³³ Sobota, M. et al (2022) Rapport Carbon based design. CITYFÖRSTER architecture + urbanism

³⁴ Spitsbaard, M., van Leeuwen, M.L.J. Paris proof embodied carbon. DGBC.

³⁵ Belastingdienst. Milieu-investeringsaftrek (MIA)/ Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL).

Opgehaald van:

https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/winst/inkomstenbelasting/inkomstenbelasting_voor_ondernemers/investeringsaftrek_en_desinvesteringbijtelling/milieu_investeringsaftrek_mia_willekeurige_afschrijving_milieu_investeringen_vamil

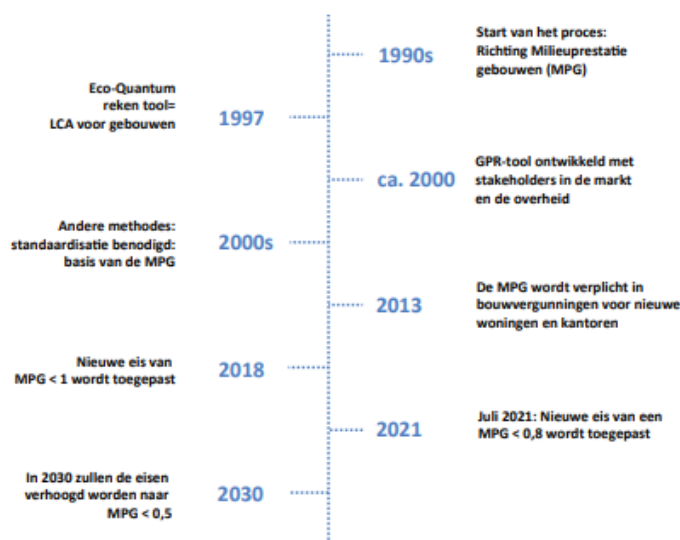
milieu-investeringsaftrek.³⁶ Nadrukkelijk wordt circulair bouwen nu ook gekoppeld aan deze regelingen en is dit ook terug te vinden op de milieulijst, zoals processen ten behoeve van grondstofbesparing in een toepassing, hergebruik van producten of het toepassen van gerecyclede grondstoffen.³⁷ Een zorgorganisatie kan door de organisatievorm (vereniging of stichting) meestal geen gebruik maken van fiscale regelingen.

2.6 Trends in de bouw in relatie tot circulair bouwen

Waarom zouden circulaire strategieën zinvol kunnen zijn bij het ontwerp van nieuwe zorggebouwen? Hiervoor worden een aantal trends zichtbaar, die het nemen van beslissingen over circulair bouwen en toepassen van circulaire strategieën nu al aanmoedigen:

- Aanscherping van regelgeving voor bouwvergunningen
- Hogere materiaal- en energiekosten
- Misverhouding tussen economische en technische levensduur van gebouwen
- Toenemend belang van maatschappelijke prestaties
- Behoeftte aan flexibiliteit in functie en volume in de toekomst
- De restwaarde van een gebouw gaat steeds meer een rol spelen
- Snellere bouw op locatie

Bij **aanscherping van regelgeving voor bouwvergunningen** kan met name worden gedacht aan de Milieuprestatie gebouwen (MPG) en de ontwikkelingen omtrent de stikstofwet. De MPG wordt naar verwachting de komende jaren aangescherpt. Vanuit het Ministerie van BZK is aangeduid dat deze eis van een grenswaarde van nu 0,8 richting 2030 naar 0,5 wordt aangepast (tijdslijn zie figuur 7). Het is echter nog niet bekend of daarbij gedifferentieerd gaat worden voor woningen en utiliteitsbouw.³⁸ Daarnaast wordt er verkend of de MPG-eis ook voor andere gebouwfuncties gaat gelden. In 2020 heeft het Ministerie van BZK een onderzoek door Stichting NMD laten uitvoeren naar toepassing van de MPG op gezondheidszorg- en onderwijsgebouwen. De resultaten hiervan zijn voor zover bekend, nog niet gepubliceerd.



Figuur 6: Ontwikkeling MPG in het verleden en de toekomst³⁹

Het tweede aspect zorgt in het slechtste geval voor uitstel van bouwvergunningen. De reden hiervoor is dat traditionele bouwmethoden, die veel zware werkzaamheden op de

³⁶ Rijksoverheid. (2021) Circulaire woning. Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/milieulijst-en-energielijst/miavamil/circulaire-woning>

³⁷ Rijksoverheid. Circulaire economie en MIA/VAMIL. Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/miavamil/ondernemers/sectoren/circulaire-economie>

³⁸ Sobota, M. et al (2022) Rapport Carbon based design. CITYFÖRSTER architecture + urbanism

³⁹ Sobota, M. et al (2022) Rapport Carbon based design. CITYFÖRSTER architecture + urbanism

bouwplaats en/of veel transportbewegingen vereisen, lokaal voor hoge stikstofuitstoot kunnen zorgen. In de nabijheid van natuurgebieden of in binnenstedelijke locaties kunnen de eisen dusdanig hoog zijn, dat traditionele bouwmethoden hieraan niet of beperkt voldoen.

Hogere materiaal- en energiekosten worden in de bouw veroorzaakt door meerdere factoren. Materiaal zal op den duur in prijs steeds verder stijgen door enerzijds schaarste op de markt (nu al zichtbaar op het gebied van bijvoorbeeld magnesium en de daarvan afhankelijke aluminiumsector / kozijnen), door stijgende energieprijzen waarmee deze materialen geoogst en geproduceerd worden (gas, olie) en door een toenemende verdiscontering van milieulasten bij de productie van materialen (zo is cement per 1 januari 2022 door de CO₂-heffingen circa 20 procent duurder⁴⁰). Omgekeerd neemt de waarde van afval steeds verder toe door toenemend recyclen en hergebruik. Bijna 38 procent van de in 2016⁴¹ gebruikte materialen in de bouwsector was gerecycled, waarbij een groot deel valt onder minerale afvalstoffen, zoals puin, voor de aanleg van wegen. Hoogwaardiger hergebruik op productniveau is nog minder gevestigd in de bouw, evenwel begint zich een markt te ontwikkelen waarbij naast recycling ook producten worden hergebruikt, financieel en technisch steeds beter kunnen concurreren met toekomstig duurder wordende nieuwe (primaire) producten.

Een andere ontwikkeling op financieel niveau ligt in de **misverhouding tussen economische en technische levensduur** van gebouwen, welke leidt tot lage technische restwaarde en stimulans voor sloop. Gebouwen worden vandaag de dag functioneel zeer specifiek ontworpen en kunnen tijdens hun gebruiksfase met grote technische veranderingen geconfronteerd worden. Lage materiaal- en hoge arbeidskosten stimuleren bij functieveranderingen of noodzaak tot technische aanpassing tegelijkertijd versnelde nieuwbouw t.o.v. verlenging van levensduur (gedeeltelijke vervanging of transformatie). De economische levensduur (de periode waarover een bouwwerk bij realisatie financieel wordt afgeschreven) is daardoor veel korter dan de technische mogelijkheden van het gebouw of zijn onderdelen het zouden toelaten, oftewel de functionele en technische restwaarde is hierdoor lager dan de economische marktwaarde.

Ook in de uitgangspunten die gebruikt worden om de milieukosten van bijvoorbeeld de MPG in beeld te brengen, is dit contrast terug te vinden. Terwijl daarbij wordt uitgegaan van een technische gebouwlevensduur van 75 jaar ligt de werkelijke, de economische levensduur (afschrijvingstermijn), meestal veel lager - in de zorg rond de 35 jaar. Omdat de MPG aan het begin van de levensduur hypothetisch wordt berekend, corresponderen de waarden bij een vervroegd einde van de levensduur uiteindelijk vaak niet met de werkelijkheid.

Tot slot wordt er een **toenemend belang van maatschappelijke prestaties** zichtbaar. Thema's als klimaatverandering of effecten op de volksgezondheid door productie of gebruik van materiaal zijn onderwerpen waarop de gebouwde omgeving groot effect heeft – zij is immers verantwoordelijk voor bijna de helft van het grondstoffenverbruik en 35% van het CO₂-uitstoot in Nederland⁴². Sturing op CO₂-emissiereductie – niet alleen op gebruiks-, maar in toenemende mate ook op materiaalgebonden energie – is hierbij een sleutel tot oplossing en zal meer betekenis krijgen. De groeiende maatschappelijke druk vraagt daarbij aan alle productiesectoren een bijdrage te leveren en deze vandaag de dag kwantitatief zichtbaar te maken. Financieringsinstellingen stellen concrete inbreng als voorwaarde voor financiële middelen, gebruikers van gebouwen eisen duurzame verklaringen. Maar ook in aanbestedingen nemen specifieke duurzaamheidsaspecten buiten de wettelijk verplichte eisen een steeds prominentere rol in.

⁴⁰ Rebergen. M. (2022) Uit betontransplantatie zullen nieuwe innovaties ontstaan. De circulaire bouwconomie.

Opgehaald van: 'Uit betontransplantatie zullen nieuwe innovaties ontstaan' | Circulaire Bouwconomie

⁴¹ CBS. (2019) Meeste afval en hergebruik materialen in bouwsector. Opgehaald van: Meeste afval en hergebruik materialen in bouwsector (cbs.nl)

⁴² Transitieteam Circulaire Bouwconomie (2018), Transitieagenda Circulaire Bouwconomie (Opgehaald van: bijlage-4- transitieagenda-bouw (1).pdf)

3 Vastgoed in de zorgsector

In dit hoofdstuk worden de volumes en karakteristieken van verschillende onderdelen uit het zorgvastgoed bekeken.

Volledigheid is daarbij geen hoofddoel, vooral de verschillen in karakteristieken die te maken hebben met circulariteit in de bouw (zie hoofdstuk 2), zoals het gebruik van materiaal, de mechanismen van financiering en eigenaarschap, de diversiteit van typologieën en de relatie met bouw-methodische eigenschappen - bijvoorbeeld aanpasbaarheid - worden beschreven. Hiermee wordt een inschatting gedaan welke onderdelen van de sector voor implementatie van circulair bouwen kansrijker zijn dan andere. Doel van dit hoofdstuk is de keuze voor *langdurige zorg* t.o.v. *curatieve zorg* als geprioriteerde scope binnen dit onderzoek in relatie tot circulariteit te onderbouwen.

3.1 Karakteristieken zorggebouwen

De zorgsector wordt doorgaans onderscheiden naar cure, zoals ziekenhuizen en poliklinieken, en care, zoals verzorgings- en verpleeghuizen, gehandicaptenzorg en de GGZ.⁴³

Ook in dit onderzoek zal onderscheid worden gemaakt in deze twee typen zorg en bijbehorende bouwtypologieën. Hieronder worden beide onderdelen beschreven aan de hand van de belangrijkste karakteristieken en opvallende trends - voor bouw, onderhoud en sloop - die mogelijk betrekking hebben op circulariteit.

De totale gebouwvoorraad van de curatieve en langdurige zorgsector tezamen omvat bij benadering 28.814.000 m² bvo (zie figuur 8).

	Totaal	Cure	V&V	GHZ	GGZ
Aantal zorgorganisaties aangesloten bij de branche	743	90	388	165	100
Totaal m ² BVO op basis van sectorale en portefeuilleroutekaarten	28.814.000	9.548.000	9.772.000	7.071.000	2.423.000

Figuur 7: Omvang deelsectoren in de zorg op basis van de sectorale en portefeuilleroutekaarten voor de verduurzaming van het zorgvastgoed.

3.1.1 Curatieve Zorg

De curatieve zorg (cure sector) richt zich op genezing en behandeling van acute en chronische lichamelijke aandoeningen. De zorg wordt geleverd door onder andere academische, algemene en categorale ziekenhuizen en revalidatiecentra (tweede- en derdelijnszorg), maar ook door onder andere huis- en tandartspraktijken (eerstelijnszorg). Curatieve zorg wordt al dan niet vergoed via de Zorgverzekeringswet (Zvw). Eerstelijnszorgvoorzieningen zijn vooralsnog buiten beschouwing gebleven in de sectorale routekaarten voor verduurzaming van het zorgvastgoed. Het betreft relatief kleine praktijkgebouwen, waar geen patiënten 24/7 verblijven. Daarnaast zijn ook de zelfstandige behandelcentra niet meegenomen in de sectorale routekaart voor de curatieve zorg. De in figuur 8 aangegeven omvang van de curatieve zorgsector betreft alleen bij de branche (NVZ en NFU) aangesloten ziekenhuisorganisaties en revalidatiecentra.

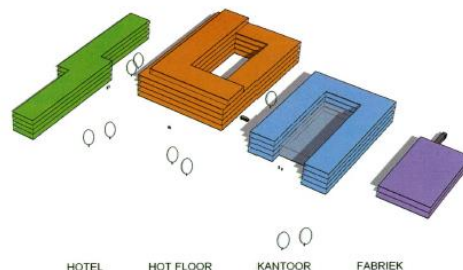
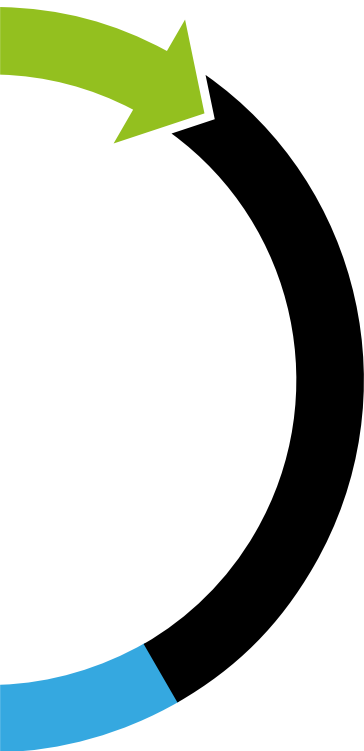
⁴³ Elp, van M, Zaal, van M.J.P, Zuidema, M.V.(2012) Bouwen voor de zorg. EIB.



Figuur 8: Curatieve zorg in het Erasmus Ziekenhuis Rotterdam^{44, 45}

Karakteristieken:

- Het vastgoed in de curatieve zorg valt onder utiliteitsbouw en betreft voor het grootste deel ziekenhuizen. Vaak is een ziekenhuis een groot gebouw of gebouwencomplex met veel volume en verschillende afdelingen en functies, die aan uiteenlopende eisen moeten voldoen.
- Een ziekenhuis is onderscheidend door de diversiteit aan functies die in een gebouwencomplex plaatsvinden. Een van de manieren om de verschillende functies in een ziekenhuis te groeperen is aan de hand van de specifieke gebouwweisen in de vier huisvestingstypologieën.. Dit betreft de schillen; hotel/ operaties/ kantoor/ lab - functies, zie figuur 10.



Figuur 9: Verschillende huisvestingstypologieën van een⁴⁶

- De schillen groeperen de functies in het gebouw die gelijke eisen stellen aan de gebouwde omgeving zodat het vastgoed kan worden geoptimaliseerd. De eerste

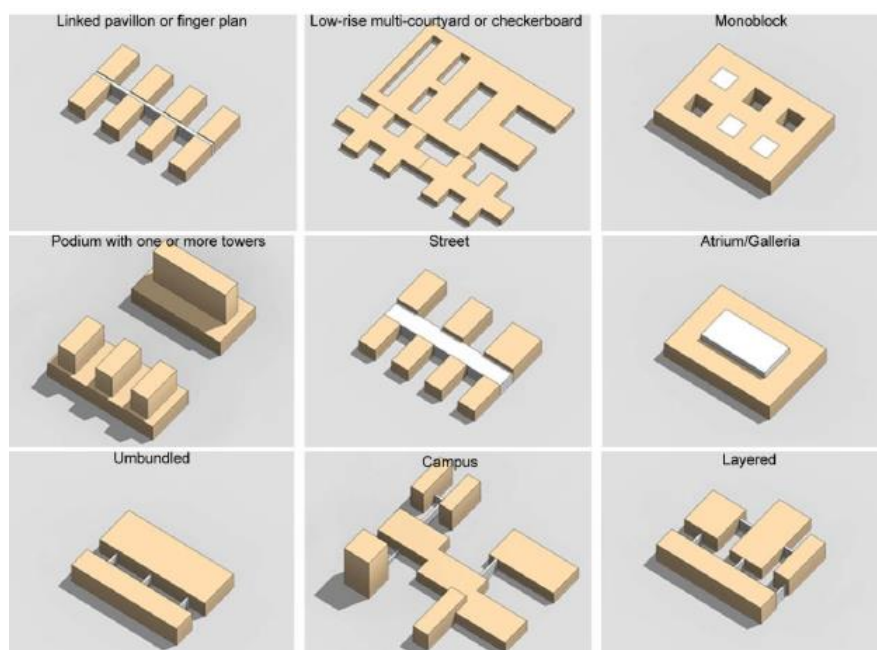
⁴⁴ Erasmus medical center, opgehaald van: Erasmus MC Rotterdam - ULC Groep

⁴⁵ FM in de zorg, Nieuw Erasmus MC brengt healing environment in de praktijk. Opgehaald van: Nieuw Erasmus MC brengt healing environment in de praktijk | F-Facts

⁴⁶ Gebouwdifferentiatie van een ziekenhuis .(2007). College bouw zorginstellingen. Rapportnummer 611

schil, de hotfloor, omvat de hoogtechnologische, kapitaalintensieve functies die specifiek zijn voor een ziekenhuis. In het hotel zijn alle functies geplaatst voor het verblijven van patiënten. De functies voor het houden van spreekuur en het verrichten van eenvoudige onderzoeken en behandelingen zitten in het kantoor. Logischerwijs zitten hier ook de kantoorvoorzieningen, zoals stafaccommodatie, administratie en beheer. De fabriek, tenslotte, huisvest alle medisch ondersteunende en facilitaire functies.

- In een ziekenhuis is er een nauwe verwevenheid van het primaire proces en de gebouwindeling/ eisen, om het proces mogelijk te maken.
- In een ziekenhuis is 24/7 bedrijfsvoering.
- Een ziekenhuis heeft complexe installaties door de verschillende en hoogwaardige functies.
- In een ziekenhuis worden medische gassen gebruikt.
- Infectiepreventie is belangrijk in een ziekenhuis.
- Veiligheid en continuïteit van zorg en behandeling staan voorop in ziekenhuizen.
- Door de vele functies wordt een ziekenhuis vaak ingedeeld in verschillende vleugels of bouwdelen.
- Een ziekenhuis kan in hoogbouw, middenbouw en laagbouw worden uitgevoerd.
- In volumeopbouw onderscheiden de gebouwen zich in een aantal verschillende typologieën, de meest kenmerkende en voorkomende zijn het Finger-, Atrium- en Gebundeld model (zie figuur 11).



Figuur 10: Kenmerkende typologieën voor ziekenhuisbouw⁴⁷

Trends:

- Door toenemende efficiency, ligduurverkorting en zorg dicht bij huis (op afstand van het ziekenhuis) ontwikkelt zich een afnemende ruimtebehoefte.
- Wegens stagnatie in uitbreiding en krimp van het bestaande bouwvolume in de curatieve zorg zullen sloop en/of transformatie van vastgoed uit de curatieve zorg toenemen.
- De energieverzorging staat op de overgang van gas naar elektra.
- Groeiende behoefte aan elektriciteit door een toename aan techniek, afschakelen warmtekrachtkoppelingsinstallaties (WKK's) en overgang naar warmtekoudeopslag.
- Toename van het aantal minder complexe zorglocaties door steeds meer decentrale zorgmodellen.
- Verbouwingen worden meestal uitgevoerd als functionele aanpassingen.

⁴⁷ Giulio, di R. (2014) Taxonomy of healthcare districts focusing on EeB morphology and features. Streamer.

- Beton als voornaamste constructiemateriaal.
- Levenscyclus installaties ca. 20 jaar.
- Vervangende nieuwbouw na rondweg 40 jaar.

3.1.2 Langdurige Zorg

De langdurige zorg (caresector) richt zich op het verplegen en verzorgen van mensen die blijvend 24 uur per dag intensieve zorg of toezicht nodig hebben. Dit betreft de zorg aan kwetsbare ouderen, mensen met een handicap en mensen met een psychische aandoening. Langdurige zorg wordt betaald vanuit de Wet langdurige zorg (Wlz) en kan intramuraal of extramuraal worden aangeboden. Extramurale zorg (thuiszorg en ambulante hulpverlening) is buiten beschouwing gebleven in de sectorale routekaarten voor verduurzaming van het zorgvastgoed. De focus ligt hier op de intramurale langdurige zorg, waar cliënten verblijven in een zorginstelling voor Verpleging en Verzorging, Gehandicaptenzorg of Geestelijke Gezondheidszorg.



Figuur 11: Langdurige zorg gebouwen in Nieuwegein, en Steenbergen⁴⁸

Karakteristieken:

- Langdurige zorg bestaat hoofdzakelijk uit woonfuncties met verschillende bouwtypologieën (groepswoonings, appartementen, verpleeghuizen) aangevuld met een ondergeschikt onderdeel utiliteitsbouw (kantoren, dagactiviteitencentra) die in een gebouw of complex samen komen. Ontmoetingsruimtes/ buurtkamers, gemeenschappelijke voorzieningen, groepsruimtes voor een beperkt aantal zelfstandige bewoners worden vaak met elkaar gecombineerd.
- Het aanbod aan typologieën is gemêleerd: hoog- en laagbouw, zelfstandig wonen, kleinschalig groepsverblijf en traditioneel verpleeghuis met verpleegafdelingen.
- Er worden vaak diverse woonvormen met elkaar gecombineerd: 1 persoons appartement, twee en driekamerappartementen tot zorgvilla's, woongroepen tot geclusterde woonvormen.
- De woningen dienen in termen van levensloopbestendigheid en aanpasbaarheid flexibel te zijn.
- In materialisatie wordt voornamelijk gebruik gemaakt van energie-intensieve materialen (beton):
 - Beton voor de draagstructuur van de gebouwen;
 - Steenachtige materialen (gemetselde gevels, gips/kalkzandsteenbinnenwanden) voor gevel- en interieurafwerking.
- De gebouwflexibiliteit wordt functioneel beperkt door een massieve uitvoering van de draagstructuur en combinatie ervan met woningscheiding, en technisch beperkt door in draagstructuren geïntegreerde installaties met specifiek afgestemde PvE's.
- De beoogde levensduur van de gebouwen is met 30 tot 35 jaar relatief kort.
- De gebruiker (zorginstelling) van de langdurige zorgfunctie is vaak ook de eigenaar, maar in veel gevallen wordt ook gehuurd van bijvoorbeeld een woningbouwcorporatie.

Trends:

- Grote renovatieopgave met name voor gebouwen uit de jaren '70/'80.

⁴⁸ Bezichtiging van nieuwe woonzorgvormen voor ouderen. Opgehaald van: ActiZ-magazine-Bezichtiging van nieuwe -woonzorgvormen-voor ouderen.pdf

- Veel nieuwbouw wegens verwachte groei en snelle functionele veroudering van de gebouwen.
- Beperkte toename traditionele verpleeghuizen en specifiek ontwerp voor ouderen met grote zorgvraag.
- Meer aandacht voor restwaarde en her-locatie.
- Toenemende diversiteit in de woonbehoefte van verschillende doelgroepen, van herkomst, van kort- en langdurige zorg, van verschillende kwetsbaarheden.
- Toenemende noodzaak voor flexibele, modulaire of korter durende huisvestingsconcepten wegens:
 - snelle verandering bij innovaties (technologie, behandelmethoden en medicatie) en de omgang met ernstige ziektes, die wellicht veranderen naar aandoeningen;
 - onzekerheid over toekomstige huisvestingsbeleid (verschuivingen binnen eigen doelgroep);
 - beperkte waarde bij verkoop overtollig vastgoed naar andere partijen (onvoldoende mogelijkheden tot transformatie naar andere functies).
- Grote toename van de vraag vanwege demografische ontwikkelingen, specifieke zorgbouw met name voor zware zorg (hogere zorgprofielen).
- Versterkte vraag naar gemeenschap en integratie door inclusiviteit op gebouw- en buurniveau.
- Vraag voor continuüm van zorg, dat van thuissituatie tot intensieve zorg geen specifieke scheiding vormt tussen thuis en zorglocatie.

3.2 Bouwopgave tot 2030 en 2050

Om inzicht te krijgen in de bouwopgave tot 2050 is gebruik gemaakt van een aantal openbare bronnen⁴⁹ voor het bepalen van de totale bruto vloeroppervlakte (bvo) van de huidige bouwvoorraad. Daarop is een aanname gedaan van de gebruikelijke technische levensduur van gebouwen en de verhouding tussen grootschalige renovatie en nieuwbouw. Dit komt overeen met de verwachte opgave beschreven in de sectorale routekaarten.⁵⁰

Curatieve

zorg

In figuur 13 en 14 is het verloop van renovatie en (vervangende) nieuwbouw per jaar aangegeven voor de curatieve zorg. Deze figuren zijn een theoretische benadering van de werkelijkheid. Hierin is onder andere te zien:

- De hoeveelheid renovatie en nieuwbouw is in dezelfde ordegrrootte.
- Na 2030 neemt de hoeveelheid nieuwbouw af en heeft renovatie een groter aandeel in de curatieve zorggebouwen. Deze dip heeft te maken met de detail data, bouwjaar 2000-2002 kent een zeer klein volume, dus 40 jaar daarna is er een kleine vervangingsopgave. Geldt in mindere mate ook voor 1995-2000, de periode voor 1995 is meer lineair verdeeld.
- De ziekenhuizen hebben een aandeel van 33% in de intramurale zorggebouwen. De totale m² voorraad intramurale zorggebouwen is ca. 28.814.000 m², de ziekenhuizen

⁴⁹

DIGIMV: Home | Jaarverantwoording zorg

Zorginzicht totaalbestand(ZiNL): Home | Zorginstituut Nederland

LRZA_CIBG_uittreksel: Zorgaanbiedersportaal | CIBG

Openbaar_databestand_VHZ_verslagjaar_2019: Open data Verpleeghuiszorg | Zorginzicht

BAG: Alles over de BAG - Kadaster.nl zakelijk

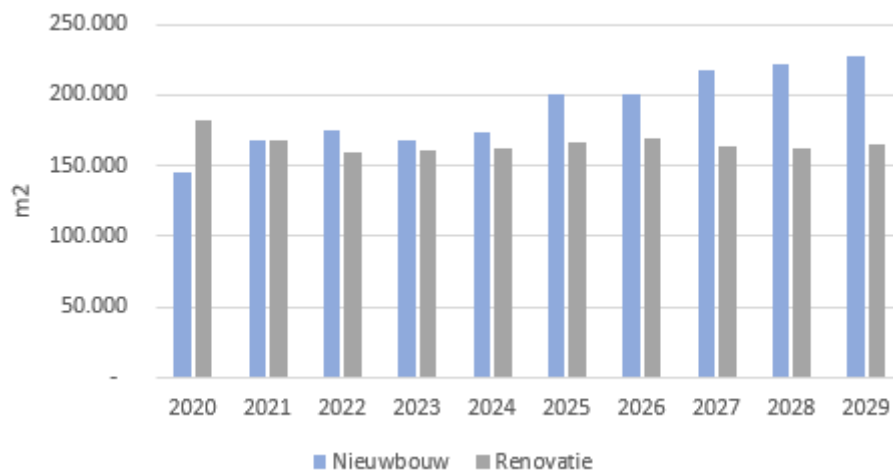
KvK: Alle bedrijven, rechtspersonen en andere organisaties uit het Nederlandse handelsregister gemakkelijk doorzoekbaar - openkvk.nl
<https://www.vzinfo.nl/ziekenhuiszorg>

⁵⁰ Expertisecentrum verduurzaming bouw (2020) Routekaart verduurzaming van het zorgvastgoed -ziekenhuizen. Opgehaald van: <https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/wp-content/uploads/2021/01/Concept-routekaart-cure-Doc1937-opmaak-met-aangepaste-scenarios-versie-10-1-2020.pdf>

ca. 9.548.000 m² (Bron: Sectorrapportage Verduurzaming en CO₂-emissiereductie Zorgvastgoed, januari 2022).

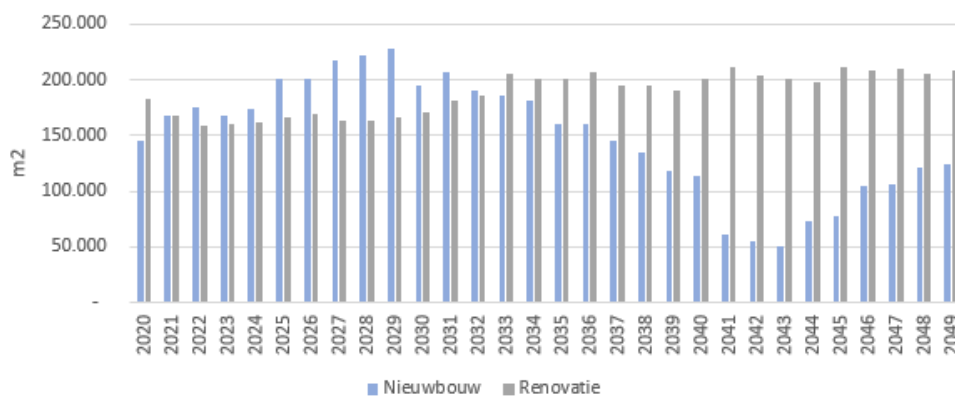
- Er is relatief weinig geplande nieuwbouw: 16% tot 2030, 39% tot 2050.
- De nieuwbouw bestaat alleen uit vervangende nieuwbouw, er wordt niet uitgegaan van een groei van het vastgoed.

Ziekenhuizen tot 2030



Figuur 12: Nieuwbouw en renovatie in ziekenhuizen tot 2030⁵¹

Ziekenhuizen tot 2050



Figuur 13: Nieuwbouw en renovatie in ziekenhuizen tot 2050⁵²

Langdurige zorg

In figuur 15 en 16 is het verloop van renovatie en nieuwbouw per jaar aangegeven voor de langdurige zorg gebaseerd op cijfers van de sectorale routekaart. Hieronder is onder andere te zien:

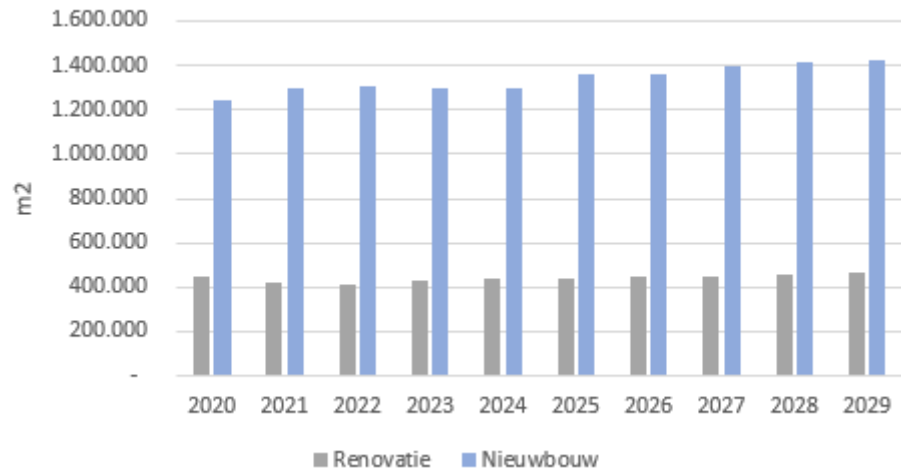
- De hoeveelheid nieuwbouw is naar verwachting een stuk hoger dan de renovatieopgave.
- Tot 2040 is de verhouding nagenoeg gelijk, hierna wordt er uitgegaan van een stuk minder nieuwbouw mede omdat dan de piek van de vraag naar zorgvastgoed voor langdurige zorg is bereikt.
- Gemeten aan het totaal aantal vierkante meters in de intramurale gezondheidszorg (28,8 mln.) is het aandeel van de langdurige zorg 67% (19,3 mln.) (Bron: Sectorrapportage Verduurzaming en CO₂-emissiereductie Zorgvastgoed, januari 2022).

⁵¹ Gebaseerd op de sectorale routekaart.

⁵² Gebaseerd op de sectorale routekaart.

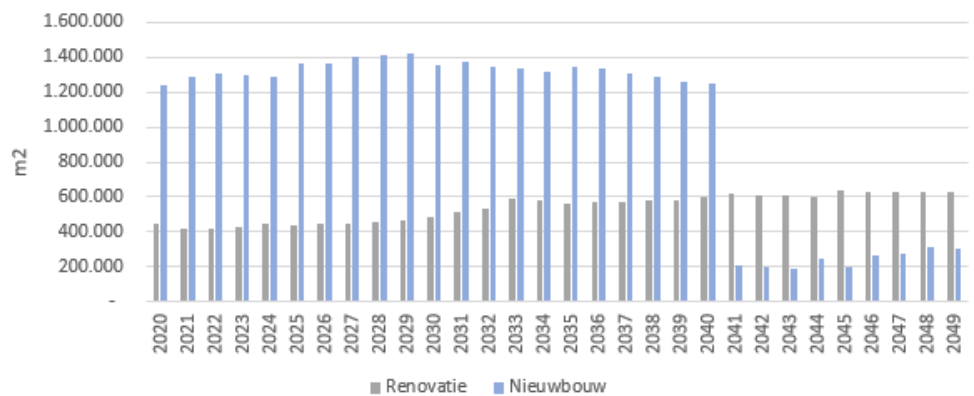
- Sterke groei nieuwbouw op basis van een beleidsarme benadering: 38% tot 2030, 39% tot 2050.
- Veel nieuwbouw om aan toenemende vraag te voldoen (Bron: TNO 2019 R12033 Prognose capaciteitsontwikkeling verpleeghuiszorg en TNO 2020 R11184 Prognose capaciteitsontwikkeling verpleeghuiszorg fase II).

Langdurige zorg tot 2030



Figuur 14: Nieuwbouw en renovatie in langdurige zorg tot 2030⁵³

Langdurige zorg tot 2050



Figuur 15: Nieuwbouw en renovatie in langdurige zorg tot 2050⁵⁴

Verhouding curatieve en langdurige zorg

Om een gevoel te krijgen voor de verhouding van de bouwopgaves in de curatieve (ziekenhuisvastgoed) t.o.v. de langdurige zorg zijn de bouwopgaves zowel voor de periode van 2020-2030 als 2020-2050 middels de volgende getallen samengevat in tabel 1 en 2:

- Nieuwbouw = Het aantal m² wat bijgebouwd wordt
- Renovatie = Aantal m² wat gerenoveerd wordt, o.a. vanwege verduurzaming
- Totale gebouwvoorraad op een bepaald moment = cumulatief van de totale gebouwvoorraad op een bepaald moment

Opvallend is dat de langdurige zorg over veel grotere volumes gaat. Bij de curatieve zorg wordt niet uitgegaan van groei van het vastgoed, te zien aan de gelijke totale gebouwvoorraad in 2030 en 2050. De nieuwbouw die hier plaats vindt is dus enkel vervangende nieuwbouw.

Dit zijn prognoses gebaseerd op demografische groei voor wat betreft de langdurige zorg (grotendeels veroorzaakt door de sterk groeiende vraag naar ouderenzorg

⁵³ Gebaseerd op de sectorale routekaart.

⁵⁴ Gebaseerd op de sectorale routekaart.

huisvesting). Voor de ziekenhuizen geldt dat uitgegaan is van een gelijkblijvend volume vanwege efficiency toename en meer verplaatsing van reguliere ziekenhuiszorg naar eHealth en mHealth (zorg op afstand).

Tabel 1: Bestaande bouw, nieuwbouw en renovatie in de zorg 2020-2030 in m²⁵⁵

2020-2030	Curatieve Zorg	Langdurige Zorg	Totaal
Nieuwbouw opgave	1.899.124	13.395.748	15.294.872
Renovatie opgave	1.661.625	4.411.352	6.072.977

Tabel 2: Bestaande bouw, nieuwbouw en renovatie in de zorg 2020-2050 in m²⁵⁶

2020-2050	Curatieve Zorg	Langdurige Zorg	Totaal
Nieuwbouw opgave	4.465.198	30.373.785	34.838.983
Renovatie opgave	5.651.190	16.767.587	22.428.777

3.3 Scope onderzoek op basis van de bouwopgave

De langdurige zorg heeft qua volume het grootste aandeel in de zorggebouwen. Ook in de verwachte ontwikkelingen van het vastgoed voor de zorgsector zullen de grootste bouwopgaves en volumes in de langdurige zorg zijn. Dit betekent ook dat de grootste materiaalstromen binnen de zorg, in de langdurige zorg zullen zijn.

Omdat de grootste bouwopgaves liggen in de (vervangende) nieuwbouw van de langdurige zorg, wordt in de rest van dit rapport de focus gelegd op de nieuwbouw langdurige zorg. Hier lijkt het grootste effect te behalen wat betreft materiaalgebruik en milieueffecten. Ook omdat de langdurige zorg de meeste parallellen heeft met woongebouwen kunnen al toegepaste maatregelen en praktijkervaring met circulair bouwen makkelijker worden toegepast op deze gebouwen. Omdat de gebouwen voor de langdurige zorg en curatieve zorg verschillende karakteristieken hebben kunnen niet dezelfde conclusies voor beide deelsectoren worden getrokken en daarom wordt eerst in deze verkenning de keuze gemaakt om de focus op de langdurige zorg te leggen.

⁵⁵ Gebaseerd op de sectorale routekaart.

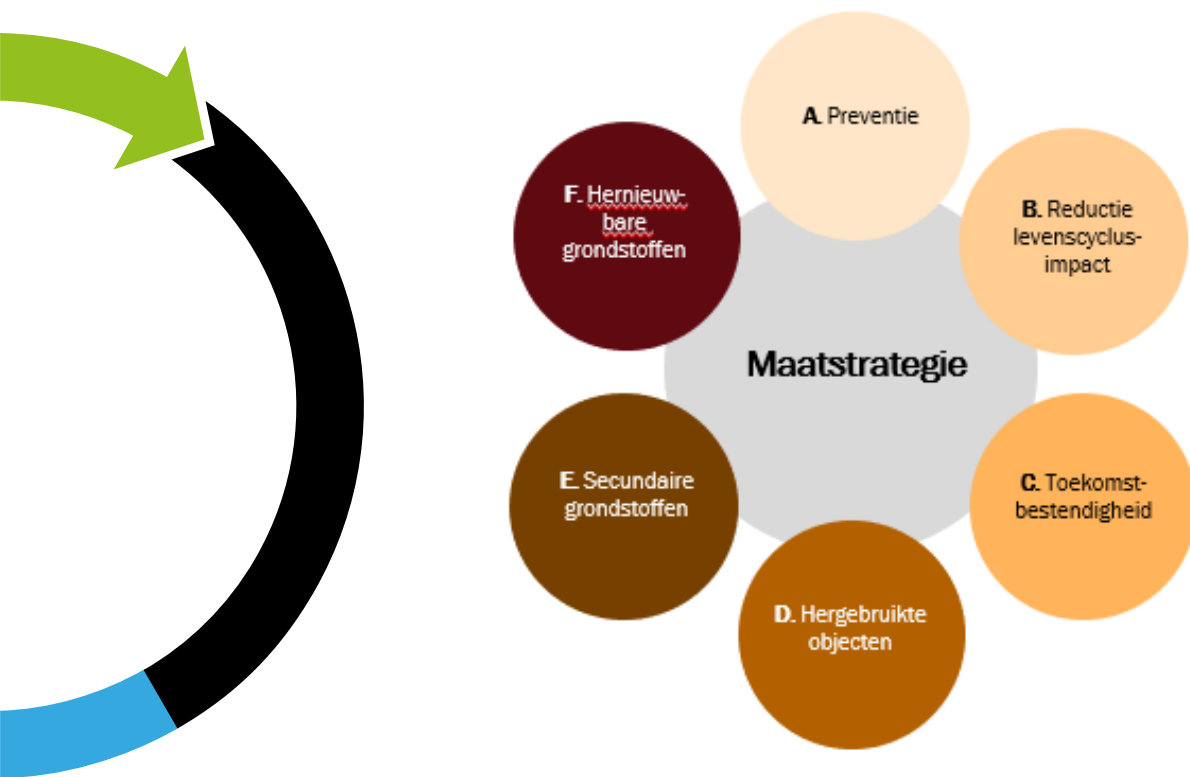
⁵⁶ Gebaseerd op de sectorale routekaart.

4 Circulaire strategieën

Om de in 2.3 omschreven circulaire doelstellingen te bereiken zijn zes ontwerpstrategieën gedefinieerd, A t/m F. Deze beogen op verschillende manieren (reductie, hergebruik of recycling) en momenten (productie, onderhoud en sloop) binnen het bouwproces het volgende te bereiken:

- waarde te behouden,
- het gebruik van primaire (energie-intensieve) materialen te beperken
- materiaalgebonden CO₂-emissies te reduceren.

De strategieën worden omschreven en voorzien van illustrerende voorbeelden in 4.1. Sommige strategieën zullen nieuw zijn voor de sector (D. Hergebruik van objecten). Met andere strategieën heeft de bouw al langer ervaring (C. Toekomstbestendigheid i.r.t. aanpasbaar bouwen) maar deze vragen in relatie tot circulair bouwen om nieuwe interpretatie. In figuur 17 zijn de 6 strategieën zoals die geformuleerd in de leidraad *Circulair Ontwerpen* vanuit het CB'23 weergegeven:⁵⁷



Figuur 16: Circulaire strategieën uit CB'23 'Circulair Ontwerpen'

4.1 Zes ontwerpstrategieën

Hieronder worden de zes circulaire ontwerpstrategieën, zoals geformuleerd in de leidraad *Circulair Ontwerpen* van CB'23, toegelicht.

A-Preventie

Het voorkomen van gebruik van producten, elementen en materialen. Het behoud van het bestaande of combinatie van functies.

Preventie is geen nieuwe strategie maar een die in het kader van circulair bouwen en de daarmee verbonden materiaalreductie opnieuw in de belangstelling toeneemt. Deze strategie kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Ten eerste kan transformatie van bestaand vastgoed emissies en materiaalverbruik door sloop en nieuwbouw verminderen. Daarnaast kan de inzet van materiaal ook door een

⁵⁷ Platform CB23 (2021) Leidraad Circulair ontwerpen. Opgehaald van: PlatformCB23_Leidraad_Circulair-Ontwerpen_versie1.pdf

compactere manier van ruimtelijk ontwerpen - een betere verhouding van schil en volume – of een efficiënter gebruik van verschillende functies binnen hetzelfde gebouw beperkt worden.

Het *Zandkasteel* of de *Voortuinen* Amsterdam⁵⁸ zijn voorbeelden voor hergebruik van bestaande bouwstructuren (oorspronkelijk kantoor) middels een nieuwe functie (appartementen) en daarmee preventie van nieuwbouw.



Figuur 17: Transformatie in plaats van nieuwbouw bij het *Zandkasteel* en de *Voortuinen* in Amsterdam^{58,59}

B-Reductie levenscyclus-impact

Het afwegen van materiaalgebruik bij productie met consequenties voor milieuprestatie tijdens gebruiksfase en einde levensduur.

Door het gebruik van minerale grondstoffen voor materialen die tijdens productie veel energie vragen - zoals beton en staal, is de CO₂-voetafdruk van de materialen van de bouwsector hoog. Van het gebouw als geheel hebben de bouwdelen constructie en installaties hierin het grootste aandeel. De keuze voor minder milieubelastende materialen bij bepaalde bouwonderdelen is de kern van deze strategie.

Een voorbeeld is het houten appartementengebouw *Stories Buiksloterham* in Amsterdam waarbij vanaf de eerste verdieping de gehele constructie in hout is uitgevoerd en beton alleen voor fundering, begane grond en de verticale ontsluitingskernen werd gebruikt. Met de keuze voor hout kan zowel in productie (CO₂-opslag tijdens groei), tijdens de bouw (lichte en modulaire elementen) en in hergebruik (geschiktheid voor industriële bouwwijze) op reductie van CO₂-emissie gestuurd worden.



Figuur 18: Reductie levenscyclusimpact middels vervanging van beton door hout als constructiemateriaal in *Stories Buiksloterham*, Amsterdam⁶⁰ en door modulair bouwen⁶¹.

C-Toekomstbestendigheid

Het aanpasbaar maken van bouwwerken en -elementen aan toekomstige functionele en technische wensen en eisen.

Het effect van de maatregelen voor deze strategie liggen in de verlenging van levensduur en daarmee de verhoging van vastgoedwaarde. Een bouwwerk kan op verschillende wijze toekomstbestendig worden uitgevoerd. Enerzijds ruimtelijk-functioneel, om

⁵⁸ Cobouw (2021) opgehaald van: <https://www.cobouw.nl/duurzaamheid/nieuws/2021/09/het-zandkasteel-in-amsterdam-deelt-circulaire-lessen-in-tweede-leven-101298928>

⁵⁹ Voortuinen. Opgehaald van: <https://elephant.studio/nl/buildings/voortuinen/>

⁶⁰ Gipsier, O. (2021) ARC21: Stories Buiksloterham, Amsterdam – Olaf Gipsier Architects.De Architect

⁶¹ TBI, TBI woonlab. Opgehaald van: <https://www.houtbaar.nl/nieuws/prototypes-houtbaar-huis-geplaatst/>

veranderende ruimtebehoefte binnen de levensduur te kunnen realiseren. Anderzijds technisch, om elementen binnen gebouwen onderhoudsvriendelijk uit te voeren of renovatie mogelijk te maken, bijvoorbeeld bij gevels of installaties. Hoe flexibeler het gebouw is, hoe minder complex de aanpassingen zullen zijn.

Het *Solidgebouw* in Amsterdam/IJburg is hier een voorbeeld van. Uitgangspunt voor de opzet van dit gebouw is overmaat en neutraliteit in plattegrond en gevels. Door deze ingreep zijn er binnen dit gebouw eenvoudige functie- en indelingswijzigingen – denk aan verplaatsing van sanitaire of ontsluitingszones, aanpassing van verkeersruimtes – realiseerbaar, waardoor de levensduur van het gebouw zonder complexe ingrepen aanzienlijk kan worden verlengd. Een voorbeeld voor technische toekomstbestendigheid is zichtbaar in de *tijdelijke rechtbank* in Amsterdam. Dit gebouw is dusdanig ontworpen dat het voor een groot deel kan worden gedemonteerd. Naar verwachting zal het in Enschede als museum voor hedendaagse kunst weer worden opgebouwd.⁶² Sleutelbegrippen hierbij zijn losmaakbaarheid om bouwelementen zonder schade te demonteren en standaardisatie voor meervoudig gebruik binnen veranderde omstandigheden.



Figuur 19: *Toekomstbestendig bouwen* door ruimtelijke adaptatie van het *Solid-gebouw* in Amsterdam IJburg⁶³ en technische adaptatie bij de *tijdelijke rechtbank* in Amsterdam.⁶⁴

D-Hergebruikte objecten

Het opnieuw gebruiken van bouwelementen al dan niet na bewerking.

Deze strategie staat in de algemene beeldvorming voor circulariteit vooraan, maar heeft in de huidige bouwpraktijk verhoudingsgewijs nog onvoldoende toepassingsvolume. Het rendement is met name afhankelijk van de mogelijkheden hoe gesloopt al dan niet gedemonteerd kan worden, waardoor aan het einde van de levenscyclus restwaarde binnen onderdelen kan worden behouden. Voorbeelden zijn er met name op gebouweelniveau met minder complexe prestatie-eisen. Zo worden op grotere schaal op het moment vooral kozijnen, binnendeuren of wandelementen in nieuwe functies als bijvoorbeeld binnenwanden of afwerkingsmateriaal hergebruikt. Ook wordt van andere - niet uit de bouw afkomstige materialenstromen - gebruik gemaakt, zoals bijvoorbeeld in de nieuwe *NS-fietsenstalling* in Eindhoven, waarbij oude treinramen in de nieuwe gevels zijn verwerkt.

⁶² Demontage tijdelijke rechtbank Amsterdam gestart. Opgehaald van: <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=51064>

⁶³ Bijdendijk, F., "Solids, bieden kansen voor vastgoedmarkt" Opgehaald van:

<https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20090813-frank-bijdendijk-solids-bieden-kansen-voor-vastgoedmarkt>

⁶⁴ Nationale Staalprijs, opgehaald van: <https://www.nationalestaalprijs.nl/project/hoogstraat-168-172>



Figuur 20: Hoogwaardig *hergebruikte objecten* (bouwdelen)⁶⁵ en toepassing bij de *NS-fietsenstalling* in Eindhoven⁶⁶

E-Secundaire grondstoffen

Het gebruiken van grondstoffen die eerder zijn gebruikt in de bouw of van reststromen die van andere productsystemen afkomstig zijn.

Deze strategie wordt toegepast als hergebruik niet op element- maar op grondstoffenniveau plaatsvindt. De gerecyclede grondstoffen worden daarbij dusdanig ingezet dat het gebruik van nieuwe, primaire grondstoffen (inclusief bijbehorende emissies) vervangen en daarmee afval voorkomen kan worden. Waar in de GWW al hoge percentages van bouwafval op een laagwaardige manier worden toegepast, ligt de uitdaging erin deze percentages ook voor bouw materiaal in kwalitatief hoogwaardigere producten in de hoogbouw te integreren. Producten die nu al op basis van gerecyclede grondstofstromen worden aangeboden zijn bijvoorbeeld bakstenen (keramisch afval), dakbedekkingen (bitumen), staal/aluminium en beton.

Een voorbeeld is het hergebruik van gerecycled beton in nieuwe betonproducten of -constructies. Zo zijn er in het *Spoorwegviaduct Contactweg* in Amsterdam wanden geplaatst die bestaan uit 75% gerecycled beton, waarbij van het grind 100%, van het zand 50% en van het cement 15% bestaat uit hergebruikt beton.



Figuur 21: *Secundaire grondstoffen* (bitumen, keramisch afval en beton) voor dakbedekking, metselwerk en beton bij *Spoorwegviaduct Contactweg* in Amsterdam⁶⁷

F-Hernieuwbare grondstoffen

Gebruik van geteeld, biobased materiaal.

Deze strategie gaat over de inzet van hernieuwbare grondstoffen. Hernieuwbare grondstoffen zijn (bijna) onuitputtelijke grondstoffen, waarvan de voorraad in een korte periode kan worden hersteld. Voorbeelden zijn hout, land- of watergewassen en grondsoorten als klei of leem. Op de laatste na hebben deze grondstoffen het voordeel dat ze tijdens de groeiperiode CO₂ opslaan. De toepassing voorkomt gebruik en

⁶⁵ Bouwend Nederland. (2020) We moeten op zoek naar meer afval. Opgehaald van: We moeten op zoek naar meer afval - Bouwend Nederland

⁶⁶ De architecten CIE. Circulaire fietsenstalling NS-station Eindhoven. Opgehaald van: Circulaire fietsenstalling NS-station Eindhoven | de Architecten Cie.

⁶⁷ Bouwwereld (2021) Pilotproject hoogwaardig gerecycled beton. Opgehaald van: Pilotproject hoogwaardig gerecycled beton » Bouwwereld.nl

uitputting van primaire en niet-hernieuwbare grondstoffen en de daaruit resulterende CO₂-uitstoot.

Het aandeel van biobased materialen in de Nederlandse bouw is nog relatief laag. Dit komt door een laag kennis- en ervaringsniveau, knelpunten met bouwfysische eigenschappen als brandwerendheid, vochtregulatie en degradatie en daaruit resulterende hogere kosten. Toepassingen liggen met name bij gevelafwerkingen, isolatie of in het interieur. Op basis van gewicht is het aandeel van hout 2% en van overige biobased materialen in de bouw zelfs maar 0,1%. Bij effectief gebruik kan het gewichtsaandeel naar 50% worden verhoogd, waardoor de MPG-score met 20% gereduceerd en de CO₂-emissie van het materiaalgebruik met 50% verminderd kunnen worden.⁶⁸

Het *Biosintrum* in Oosterwolde is een voorbeeld voor de mogelijkheden die biobased materialen kunnen bieden, waarbij naast de houten constructie ook kozijnen, vloerbedekking, isolatie en gevelbekledingen van hernieuwbare grondstoffen zijn gemaakt.

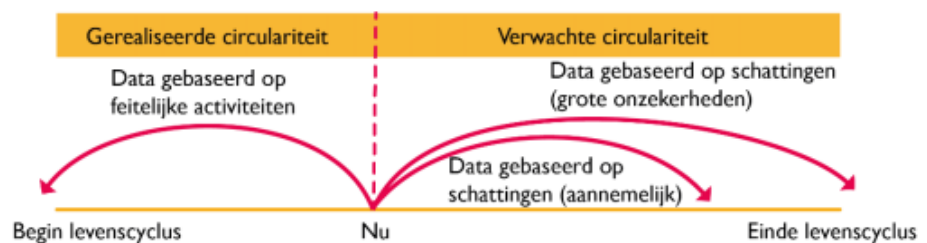


Figuur 22: Het gebruik van *hernieuwbare grondstoffen* voor het interieur in het *Biosintrum*, Oosterwolde⁶⁹

4.2 Gerealiseerde en verwachte circulariteit

Om het effect van circulariteit meetbaar te maken is belangrijk om zich te realiseren dat de resultaten zijn samengesteld uit verschillende soorten effect, namelijk een gerealiseerde en een verwachte circulariteit, zie figuur 24.

- *Gerealiseerde circulariteit*: concreet meetbaar effect, bijvoorbeeld vermindert gebruik van primaire grondstoffen tijdens de bouw.
- *Verwachte circulariteit*: alleen voorspelbaar effect, bijvoorbeeld verlengde levenscycli van bouwdeelen door losmaakbare detaillering tijdens de bouw.



Figuur 23 - Gerealiseerde en verwachte circulariteit uit 'Meten van circulariteit' CB'23

Met name bij maatregelen, die de *strategie C. Toekomstbestendigheid* volgen, zal het uiteindelijke effect pas na afloop van een onderhouds- of de-/remontageproces kunnen worden vastgesteld. De gevolgen van het gebruik van bijvoorbeeld *strategie E. secundaire grondstoffen* tijdens de bouw kunnen daarentegen direct worden gekwantificeerd.

⁶⁸ NIBE (2019) Potentie biobased materialen in de bouw. RVO. Opgehaald van: CBE-Eindrapportage-potentie-biobased-materialen-NIBE-juli-2019.pdf (circulairebouweconomie.nl)

⁶⁹ Ruiter, de P. (2016) Het biosintrum. Opgehaald van: Paul de Ruiter | Het Biosintrum

5 Case study effect van circulair ontwerp op zorggebouwen

In dit hoofdstuk worden de effecten van de in hoofdstuk 4 omschreven strategieën met elkaar vergeleken. De onderzoeksmethode beschrijft de aanpak om het effect van een circulair scenario af te zetten tegen een traditionele aanpak. Hierbij wordt het effect van een aantal concrete maatregelen berekend. Dit wordt gedaan met gegevens van een referentiegebouw. De maatregelen komen voort uit de 6 ontwerpstrategieën die zijn beschreven in hoofdstuk 4.

Stap 1: Referentiegebouw (huidige standaard)

- Beschrijving van één casusgebouw met *traditionele aanpak* welke de standaard vormt en als referentie wordt gebruikt.

Stap 2: Circulaire maatregelen (aparte alternatieven)

- Vergelijking van circulaire maatregelen op bouwdeelniveau t.o.v. de *traditionele aanpak*.
- Kwantitatieve effectmeting en kwalitatief potentieel tot implementatie.

Stap 3: Circulaire scenario (gecombineerde maatregelen)

- Samenvatting van combineerbare circulaire maatregelen op gebouwniveau die tegelijkertijd toepasbaar zijn in het casusgebouw.
- Uitwerking van het *gecombineerde scenario* en afzetting tegen *traditionele aanpak* uit stap 1.

Stap 4: Vertaling naar de zorgsector

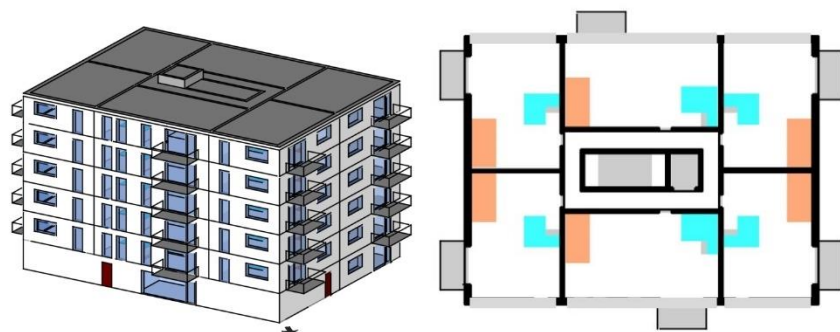
- Relatie resultaten uit het *gecombineerde scenario* i.r.t. korte termijn doelen.
- Kwalitatieve potenties van zorggebouwen.

Stap 5: Afwegingskader implementatie

- Omschrijving randvoorwaarden van de maatregelen en formuleren van een afwegingskader voor financiële, organisatorische of technische implementatie.

5.1 Referentiegebouw (huidige standaard)

De verschijningsvormen van gebouwen voor de langdurige zorg zijn zeer uiteenlopend. De methodieken waarmee ze gebouwd worden zijn echter vergelijkbaar en kunnen goed worden vergeleken met de bouwmethoden toegepast in de standaard woningbouw. Als uitgangspunt voor de bepaling van het effect van de circulaire maatregelen is daarom een standaardgebouw uit de woningbouw gekozen. Het gaat hierbij om het fictieve appartementengebouw M uit de Referentiegebouwen BENG van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)⁷⁰, dat als 'gemiddeld' kan worden beschouwd in relatie tot de diversiteit aan woonvormen in de langdurige zorg. Het vormt een middelgroot woongebouw van 6 verdiepingen met in totaal 33 middelgrote appartementen. Op de begane grond bevinden zich 3 appartementen en de bergingen. De constructie bestaat uit betonnen wanden, gevels en vloeren, deels prefab, deels in het werk gestort. De gevels zijn gemetseld, de installaties volgens de in de woningbouw geldende uitgangspunten en principes.



Figuur 24: Referentiegebouw BENG "appartementengebouw M"

⁷⁰ Rijksoverheid (2016) BENG referentiegebouwen. Opgehaald van: Referentiegebouwen BENG.pdf (rvo.nl)

Het referentiegebouw dat als gemiddeld gebouwvoorbeeld voor de langdurige zorg wordt gebruikt, bestaat uit de volgende kenmerken:

Gebruikte materialen:

- Betonnen fundering on-site
- Betonnen breedplaat verdiepingsvloeren
- Betonnen draagconstructie
- Buitengevels van kalkzandsteenwanden, glaswol en baksteen
- Binnenwanden van gips-blokken
- Dubbelglas in hardhouten kozijnen
- Betonnen breedplaat dakvloer
- PV op het dak

Oppervlak en programma:

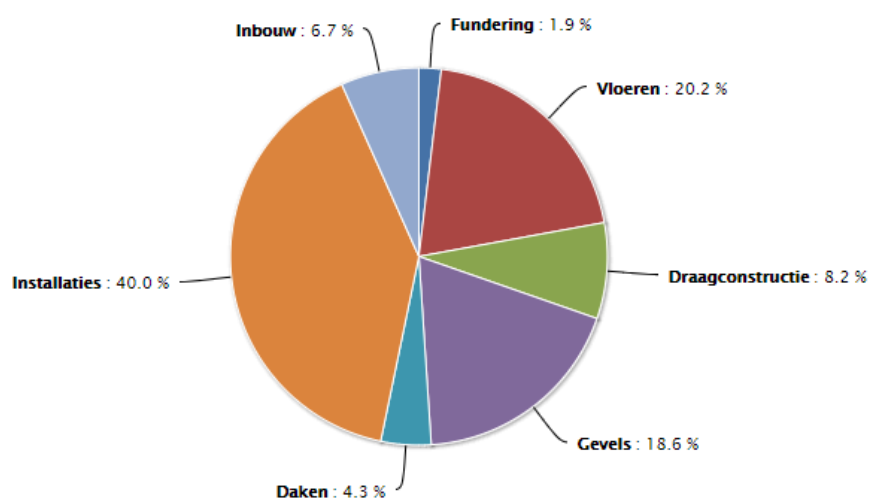
- 3.828 m² BVO totaal
- Gemiddeld 638 m² BVO per verdieping
- 6 verdiepingen – (6 woningen per verdieping 4x 88 m² en 2x 112 m²)
- 33 woningen (5x6 woningen en 1x3 woningen plus bergingen op BG)

Levensduur:

- 75 jaar

Gebruiksemissies over levensduur gebouw door energiegebruik

- 13,7 kgCO₂/jaar



Figuur 25: MPG van het referentiegebouw. De percentages geven het aandeel per bouwdeel weer op de totale MPG. Per bouwdeel is dit een optelsom van alle materialen en producten toegepast in het gebouw (incl. vervanging voor de producten die een levensduur hebben <75 jaar).

Tabel 3: BENG indicatoren

	Energiebehoefte [kWh/m ²]	Primaire energie [kWh/m ²]	Hernieuwbare energie
Eis	<25	<25	>50%
Referentiegebouw	22,9	24,8	51,3

5.2 Circulaire maatregelen (aparte alternatieven)

In relatie tot de analyse van het vastgoed in de zorgsector (zie hoofdstuk 3) zijn op basis van de 6 circulaire ontwerpstrategieën (zie hoofdstuk 4) acht concrete en uitvoerbare maatregelen geformuleerd, die aansluiting zouden kunnen vinden bij de bouwopgave binnen de langdurige zorg. De maatregelen worden kwalitatief omschreven en afgezet tegen de huidige standaard van het referentiegebouw. Vervolgens wordt het kwantitatieve effect op zowel de MPG-waarde als ook de CO₂-emissiereductie berekend (materiaalgebonden CO₂). Tot slot wordt per maatregel een kwalitatieve inschatting van het potentieel tot implementatie voor de zorgsector aangegeven. Onderstaand zijn de maatregelen samengevat weergegeven:

- A. Preventie**
 - 1. Transformatie bestaand vastgoed
 - 2. Compact ontwerp
- B. Reductie van levenscyclusimpact**
 - 1. Houten constructie
- C. Toekomstbestendigheid**
 - 1. Verlenging gebouwcyclus
 - 2. Verlenging productcycli
- D. Hergebruikte objecten**
 - 1. Hoogwaardig hergebruik bij sloop
- E. Secundaire grondstoffen**
 - 1. Beton uit secundaire grondstoffen
- F. Hernieuwbare grondstoffen**
 - 1. Gebruik van biobased materiaal⁷¹

Kwantitatief effect

In tabel 4 zijn de kwantitatieve effecten van de beschouwde maatregelen samengevat weergegeven. Daarbij is de nadruk gelegd op een inschatting m.b.t. de meest gebruikelijke bouwbesluittool voor circulariteit op dit moment (de MPG) en de CO₂-emissiereductie van materiaalgebruik en ontwerpmethod, die daarmee verbonden is. Om de effecten van *materiaalgebonden emissies* vergelijkbaar te maken met *gebruiksgebonden emissies* zijn deze op basis van een aangenomen levensduur vertaald naar de jaarlijkse uitstoot.

In de tabel is de 'standaard' weergegeven en een 'standaard 40 jaar'. De standaard is de MPG van het referentiegebouw, zoals voor dit gebouw berekend. De levensduur van woongebouwen is in de MPG vastgelegd op 75 jaar. Dit is een theoretische waarde waarvoor woongebouwen worden ontworpen. In de praktijk staan woningen er soms langer, maar gebeurt het ook vaak dat gebouwen al eerder worden aangepast of gesloopt. Zorggebouwen worden gemiddeld zelfs afgeschreven over 33 jaar. De 'standaard 40 jaar' is dezelfde berekening van het referentiegebouw maar dan met een levensduur van 40 jaar, welke eerder aansluit bij de werkelijke economische afschrijving van (langdurige) zorggebouwen. Door de rekenstandaarden en standaard levensduur van 75 jaar zijn de maatregelen wel met 75 jaar berekend om een eerlijke vergelijking te laten zien.

⁷¹ NIBE (2019) Potentie biobased materialen in de bouw. RVO. Opgehaald van: CBE-Eindrapportage-potentie-biobased-materialen-NIBE-juli-2019.pdf (circulairebouweconomie.nl)

Tabel 4: Kwantitatieve effecten (MPG en CO₂-emissiereductie) per maatregel

	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂ t.o.v. standaard
standaard	0,65	0%	5,57	0%
standaard 40 jaar	0,93	-43%	8,43	-51%
A.1 Transformatie bestaand vastgoed	0,45	31%	3,51	37%
A.2 Compact ontwerp	0,68	-5%	5,83	-5%
B.1 Houten constructie	0,59	9%	4,27	23%
C.1 Verlenging gebouwcyclus	0,6	8%	5	10%
C.2 Verlenging productcycli	-			
D.1 Hoogwaardig hergebruik bij sloop	0,63	3%	5,44	2%
E.1 Beton uit secundaire grondstoffen	0,64	2%	5,47	2%
F.1 Inzet biobased materiaal	0,65	0%	5,2	7%

Resultaten

Uit de case study komt naar voren dat de maatregelen zeer uiteenlopende kwantitatieve effecten op MPG en CO₂-emissiereductie hebben. Ook wordt zichtbaar dat de effecten voor beide parameters niet altijd gelijk lopen en kunnen verschillen. De CO₂-emissie is een van de milieueffecten in een MPG (toelichting MPG methode, zie hoofdstuk 2). *Transformatie* van gebouwen met behoud van de constructieve structuur t.o.v. sloop in combinatie met nieuwbouw heeft het grootste effect (31% reductie in de MPG /37% reductie van CO₂-emissie). Het gebruik van een *houten constructie* in plaats van beton zorgt eveneens voor grote CO₂-emissiereductie (23%), maar laat zich wegens de specifieke bepalingsmethode nog onvoldoende terugvinden in de totale MPG (9%). Ook de verlenging van gebouwcycli door gebouwen adaptief en flexibel uit te voeren heeft grote effecten (8/10%), de uitkomsten zijn in dit geval echter minder zeker omdat de waarde pas aan het einde van de levensduur zichtbaar wordt. De overige maatregelen oefenen op zichzelf relatief weinig invloed uit, maar kunnen in een gecombineerd scenario wel degelijk structurele effecten genereren (zie hoofdstuk 5.3).

Toelichting maatregelen

De volgende 8 maatregelen zijn verder toegelicht op basis van een standaard scenario t.o.v. de aanpassingen die door de circulaire maatregel zijn ondernomen. Daarbij wordt (1) het *effect* omschreven dat ermee bereikt wordt en (2) het potentieel voor de zorgsector en de randvoorwaarden gekwalificeerd, waarmee bij *implementatie* rekening moet worden gehouden.

A. Preventie

A.1 Transformatie van bestaand vastgoed

Met versterkte inzet op transformatie in plaats van sloop/nieuwbouw hoeft de constructieve structuur met een groot aandeel materiaalgebruik en daarmee verbonden emissies niet gebouwd te worden.

Het standaardgebouw is een nieuw gebouw met een beoogde levensduur van 75 jaar. Het alternatief ontstaat uit een transformatie van een bestaand gebouw, waarbij alle bouwonderdelen als gevels, interieur en installaties nieuw worden aangebracht behalve het constructieve gedeelte. De constructieve onderdelen fundering, dragende vloeren, wanden en daken worden daarom niet meegerekend in de milieuprestatie van een nieuwe gebouwcyclus.

	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
A.1 Transformatie bestaand vastgoed	0,45	31%	3,51	37%

(1) EFFECT: Omdat er geen nieuwe constructieve elementen in het nieuwe gebouw zitten kan aanzienlijke reductie in het gebruik van primair materiaal worden bereikt. Dat zorgt voor 37% reductie van CO₂ die bij nieuwbouw zou worden uitgestoten. De MPG is voor transformatiebouwwerken tegenwoordig nog niet verplicht, de verbetering van 31% - berekend met de methoden voor nieuwbouw - geeft echter het grote potentieel van deze maatregel weer.

(2) IMPLEMENTATIE: Het potentieel van bestaande gebouwen die de komende jaren naar verwachting worden gesloopt, maar wellicht wel getransformeerd kunnen worden (onder behoud van het casco) ligt rond 400.000 m² (grafieken figuur 13-16). Nader onderzoek zou moeten uitwijzen in welke staat zich deze gebouwen bevinden en in hoeverre transformatie als nadrukkelijk doel bouwkundig bereikbaar is.

Een andere mogelijkheid om deze maatregel uit te oefenen is in de ontwikkelingen voor nieuwbouw ook (bouw)locaties met bestaand vastgoed buiten het eigen eigendom nadrukkelijk mee te nemen en op transformatie naar zorggebouwen te onderzoeken.

Deze maatregel kan een groot effect hebben op materiaalgebonden emissies, maar vraagt om een andere insteek tijdens de ontwikkelfase. Financieel zijn de risico's niet generiek te beoordelen, maar afhankelijk van de situatie. Vanuit de regelgeving is er, ondanks de grote effecten die deze maatregel zou kunnen hebben, nog geen stimulans voor meer renovatie. Wel zijn er overwegingen om de MPG ook voor renovatie te introduceren.

A.2 Minder compact ontwerp

In de volumeopbouw en de gevel-volume-verhouding wordt gestuurd op geminimaliseerd materiaalgebruik.

Bij deze maatregel is ervoor gekozen om het alternatief juist minder compact uit te voeren om de effecten hiervan kwantitatief aan te geven. Het standaardgebouw is namelijk al compact in opzet en 6 verdiepingen hoog.

- 6 appartementen van 4x 88 m²(11x8) en 2x 112 m²(14x8) per verdieping
- BVO = 3.828 m² (grondoppervlak = 24 m x 26,6 m = 638m²)

Bij hetzelfde aantal woningen en grondoppervlak is bij een alternatieve typologie met galerijontsluiting in verhouding voor de constructie, de gevels en het interieur meer oppervlak nodig, waardoor het materiaalgebruik significant kan veranderen:

- 6 appartementen/verdieping van 80 m²(13x6,2)
- BVO = 3.828 m² (grondoppervlak = 12,5 m x 51 m = 638m²)

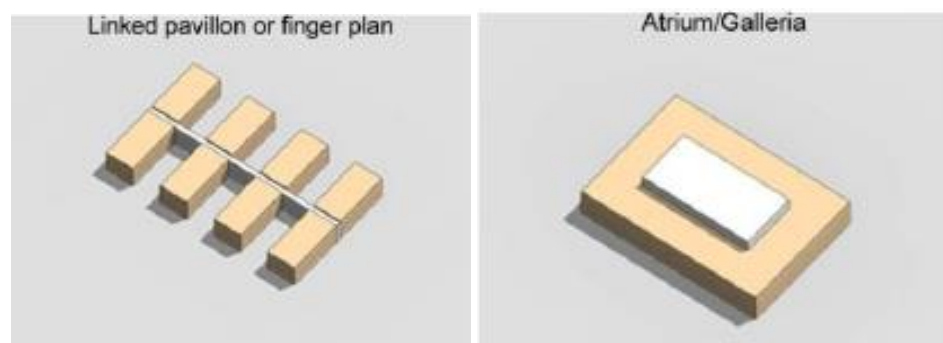
	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
= A.2 Minder compact ontwerp	0,68	-5%	5,83	-5%

(1) EFFECT: Door een gebouw compact uit te voeren en een efficiëntere gevel-volume verhouding te bepalen wordt het geveloppervlak gereduceerd. Vertaald naar het effect voor MPG en materiaalgebonden CO₂-uitstoot is het reductiepotentieel van deze maatregel met 5% gering, maar in de berekening is uitsluitend het geveloppervlak berekend. In een verdiepend onderzoek zouden daarnaast ook aftrekfactoren voor constructie en interieur mee worden gerekend en zal het effect hoogstwaarschijnlijk groter uitvallen.

(2) IMPLEMENTATIE: Deze maatregel is generiek en sluit niet specifiek aan bij de zorg. De positieve effecten op materiaalbesparing lopen meestal parallel aan financiële besparingen. Aandachtspunt is dat het niet ten koste mag gaan van maatregel C1-verlenging levenscyclus, welke doelt op een adaptief ontwerp met overmaat om toekomstige functieveranderingen mogelijk te kunnen maken. Er is geen innovatieve kennis noodzakelijk voor de implementatie van deze maatregel. In samenspraak met de

architect kunnen ontwerpen op compactheid in relatie tot functionaliteit, lichtinval en flexibiliteit worden geoptimaliseerd.

Naast de langdurige zorg geven de uiteenlopende typologieën voor gebouwen in de curatieve zorg eveneens inzicht in de verschillen die binnen deze strategie kunnen ontstaan. De gevel-volume-verhoudingen van de in figuur 27 aangegeven typologieën lopen sterk uiteen en de keuze voor het een of ander kan daarmee een aanzienlijk effect op de materiaalbesparing en daarmee emissiereductie genereren.



Figuur 26: Uiteenlopende gevel-volume-verhoudingen bij typologieën in curatieve zorg⁷²

B. Reductie levenscyclus-impact

B.1 Houten constructie

De levenscyclusimpact wordt gereduceerd door toepassing van minder emitterende constructiematerialen.

In het standaardgebouw zijn de bouwonderdelen voor de constructie opgebouwd uit beton:

- fundering,
- dragende breedplaatvloeren 250 mm plus zandcement afwerkvloer 60 mm, dragende wanden 250 mm,
- dragend breedplaat dak 250 mm,
- prefab betonnen centrale trappen.

In het alternatief worden delen daarvan vervangen door hout:

- dragende CLT (Cross Laminated Timber) -wanden 2x100 mm,
- dragende CLT-vloeren 150 mm, plus rolgrind voor massa 100 mm,
- dak van houten balklaag 150 mm.

Daarbij is rekening gehouden met een volume aanpassing door gebruik van hout in plaats van beton. Dit blijft echter uiteindelijk gelijk omdat de 20% minder volume bij houten dragende wanden wordt gecompenseerd door 20% meer volume door de introductie van een extra stramien wegens minder overspannings-capaciteit van CLT-hout.

	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
B.1 Houten constructie	0,59	9%	4,27	23%

(1) EFFECT: Het vervangen van een betonnen constructie door hout heeft met name op de CO₂-uitstoot grote invloed. Deze kan door deze maatregel met een kwart gereduceerd worden. Hierbij is de biogene CO₂-opslag van hout tijdens de groeifase nog niet meegerekend, omdat dit nog niet in de actuele meetinstrumenten is geïntroduceerd en na einde levensduur van een verbrandingsscenario voor hout wordt uitgegaan. De

⁷² Giulio, di R. (2014) Taxonomy of healthcare districts focusing on Eeb morphology and features. Streamer. Opgehaald van: <https://www.streamer-project.eu/Downloads/D1.1.pdf>

kleinere overspannings-capaciteit zou daarnaast een nadelig effect op de vrije indeelbaarheid van de plattegrond kunnen hebben.

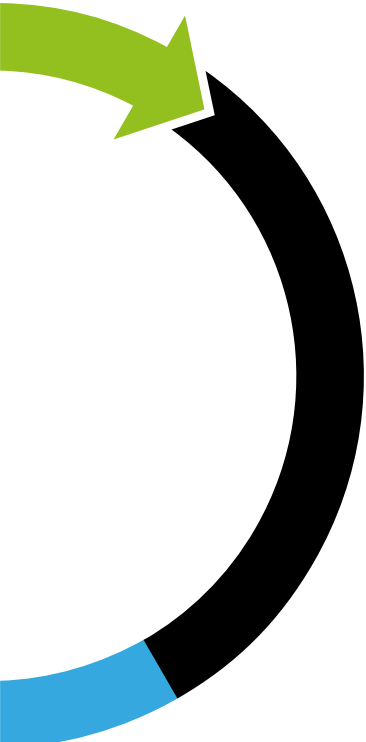
(2) IMPLEMENTATIE: De gebouwen in de langdurige zorg zijn door hun opzet - die dicht ligt bij die van gestandaardiseerde woningbouw - goed geschikt voor houtbouw. Hiervoor worden door verschillende gemeenten al stimuleringsprogramma's ontwikkeld. Zo heeft de gemeente Amsterdam bijvoorbeeld de MRA-Greendeal geformuleerd, waarbij tot 2030 minimaal 20% van de woningen in hout moeten worden uitgevoerd. De definitie van een houten constructie per bouwtypologie is daarbij als volgt gespecificeerd^{73,74}:

- voor grondgebonden woningen is minimaal 80% van het volume biobased,
- voor gestapelde woningbouw onder 10 lagen is minimaal 65% biobased,
- voor gestapelde woningbouw vanaf 10 lagen is minimaal 50% biobased.

Het hout voor de draagconstructies komt bij voorkeur uit Europa - de gebouwen zelf worden in Europa geassembleerd (maar bij voorkeur in Nederland) - en is voor minimaal een "70% FSC mix" en/of "70% PEFC" gecertificeerd.

Vertaald naar het potentieel van de langdurige zorg tot 2030 (13,400.000 m² nieuwbouw, zie tabel 1) zou het bij toepassing van 20% van de nieuwbouw gaan om 2.680.000 m² die met hout zouden kunnen worden gebouwd.

Bouwen met constructief hout is initieel nu nog ca. 15-20% duurder dan traditionele bouwmethoden. Tegelijkertijd biedt houtbouw goede mogelijkheden voor industriële en modulaire bouw, waarmee door de efficiëntie in productie bouwtijd verkort en initiële kosten genivelleerd kunnen worden. Ook de restwaarde van houten producten en toekomstig hergebruik kan door de gestandaardiseerde bouwwijze gestimuleerd worden. Mogelijke onderhoudsaspecten zijn echter nog onduidelijk omdat de ervaring met houten constructies op de lange termijn ontbreekt.



C. Toekomstbestendigheid

C.1 Verlenging gebouwcyclus

Door gebouwen adaptief en met overmaat te ontwerpen worden aan het einde van een specifieke gebruiksfase functies sneller aangepast, technieken eenvoudiger opgewaardeerd en wordt minder vaak voor sloop/nieuwbouw gekozen. Hierdoor kan de waarde van het vastgoed stijgen en kunnen materiaalgebruik en emissies verminderd worden.

Het standaard gebouw is ontworpen op basis van een specifiek ruimteprogramma en technisch niveau en een daaraan gerelateerde levenscyclus:

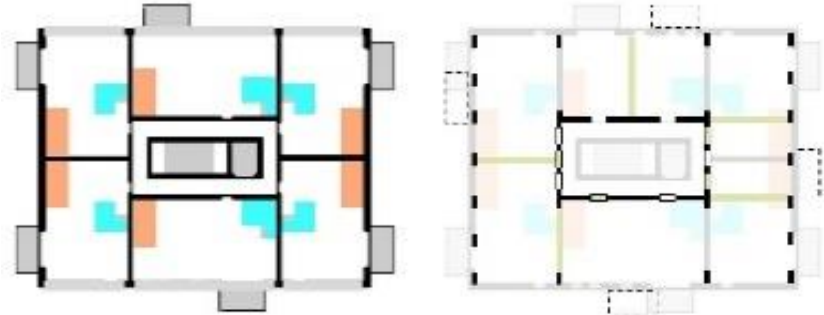
- Betonnen tunnelbouwstructuur met constructief uitgevoerde woningscheidingen uitgericht op 33 woningen van 72 en 96 m²
- Alle verdiepingen (inclusief begane grond) uitgevoerd met een minimale verdiepingshoogte uitgericht op woningbouw (3 m).
- Constructieve prestaties van de draagstructuur gekwantificeerd op maximaal 6 verdiepingen tijdens realisatie
- Specifieke opzet installatiesysteem (doorvoeren en ingestorte leidingen) uitgericht op functionele opzet bij realisatie.
- Levensduur 75 jaar

In het alternatief zijn de opbouw van de constructie, de positie van de installaties en relevante afmetingen flexibel en met overmaat ontworpen, waardoor een toekomstig veranderde vraag in functie, typologie, uitbreiding of technische opwaardering eenvoudig kan worden beantwoord. De aanpassingen zijn:

⁷³ Metropool regio Amsterdam (2021) Green deal houtbouw duurzaam uit de crisis. Opgehaald van: BW-20d-MRA-Convenant-Houtbouw-definitief-1-juli.pdf (regiogr.nl)

⁷⁴ Amsterdam Economic board. Green Deal Houtbouw. Opgehaald van: Green-Deal-Houtbouw.pdf (amsterdameconomicboard.com)

- Kolommenstructuur (minder volume) ingericht op utilitaire functies en aanpassing van woning-typologieën (aanpasbare woningscheiding middels lichte bouwwijze in plaats van beton)
- Verhoging begane grond met 60 cm (mogelijkheid tot utilitaire functies).
- Overmaat constructie voor uitbreidingsmogelijkheden (b.v. mogelijkheid tot optopping van 3 bouwlagen),
- strategische installatiedoорvoeren en open leidingwerk (mogelijkheid tot functionele aanpassingen of veranderingen in typologische woningopzet)
- Levensduur 100 jaar (vanwege verhoogde mogelijkheden tot typologische adaptiviteit en toekomstige functieveranderingen)



Figuur 27: Vergelijking draagstructuur standaard gebouw en adaptief alternatief

Maatregel	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
Standaard	0,65	0%	5,57	0%
Standaard 40 jaar	0,93	-43%	8,43	-51%
C.1 Verlenging gebouwcyclus (100 jaar)	0,6	8%	5	10%

(1) **EFFECT:** Het effect van deze maatregel ligt met name in de mogelijkheid de levenscyclus van het casco te kunnen verlengen door transformatie naar andere functies (kantoorgebouw, studentenhuus of bedrijfsverzamelgebouw) mogelijk te maken en onderhoud en complexe technische aanpassingen tijdens de gebruiksfase te minimaliseren. Hierdoor kunnen naast bekende factoren als locatie, behoeftes en financierbaarheid ook de kwaliteit van het gebouw zelf (o.b.v. multifunctionaliteit) voor de toekomstige waarde bepalend zijn. Om een mogelijk effect in de toekomst naar schaduwkosten en CO₂-emissies te vertalen is met een veronderstelde levensduurverlenging van 25 jaar gerekend. Het effect van deze maatregel op de MPG is met 8% relatief laag. Dat komt echter doordat in een standaard MPG-berekening de levensduur van gebouwen vastgelegd is op 75 jaar en daarmee een verlenging naar 100 jaar relatief weinig verschil maakt. Bij gebruik van de werkelijke levensduur, die in de zorg met 40 jaar wordt aangegeven, verslechtert daarentegen de MPG-waarde. In dit geval betreft de verslechtering van de MPG-waarde met 43%. Met de 'werkelijke' 40 jaar als uitgangspunt heeft een verlenging van de levensduur tot 100 jaar wel degelijk een groot effect (ca. 36%). Dezelfde verhouding geldt ook voor de CO₂-uitstoot, die nog eens versterkt wordt door een minder zware uitvoering van de draagstructuur, die niet alleen voor flexibiliteit maar ook voor relevante materiaalreductie zorgt.

(2) **IMPLEMENTATIE:** De verlenging van een gebouwcyclus is een maatregel met hypothetische uitkomst. Blijkt de levensduur van het gebouw korter te zijn dan geprognotiseerd, dan verslechtert de MPG en daarmee ook de emissiereductie. Een korte levensduur kan door vele factoren worden ingegeven waardoor een verlengde levensduur ver in de toekomst erg onzeker is en een serieus risico is bij deze benadering. Ondanks dat heeft deze maatregel in de zorg een potentieel groot effect op de waarde van het vastgoed, omdat flexibele huisvestingsconcepten de kosten voor onderhoud en aanpassing door veranderde zorg betrekkelijk kunnen verlagen. Dit maakt het mogelijk om aan verschuivingen in de behoefte van eigen doelgroepen te voldoen of om te kunnen transformeren naar een andere functie. Hierdoor blijft voor overtollig geworden zorgvastgoed in de toekomst een hogere restwaarde over om aan andere partijen zonder

sloop te verkopen. In de huidige lineaire economie met een hogere waarde voor arbeid dan voor grondstoffen is op dit moment de locatie nog bepalend voor de waarde van vastgoed. Door toename van beleidsregels die belastingen juist op grondstoffen verhogen, zullen adaptieve en multifunctionele concepten met demontabele onderdelen naar verwachting een sterkere rol gaan spelen.

Technisch gezien zijn de noodzakelijke maatregelen niet complex, maar vragen deze andere uitgangspunten bij de opstelling van en Programma van Eisen.

C.2 Verlenging productcycli

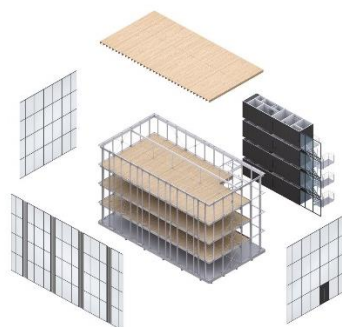
Niet alleen op gebouwniveau, ook op elementniveau loont een alternatieve aanpak. Door gebouwen te ontwerpen op losmaakbaarheid, met gestandaardiseerde afmetingen en met andere businessmodellen kan de restwaarde van onderdelen tijdens onderhoud of bij sloop/demontage aanzienlijk verhoogd worden.

Het standaardgebouw heeft een levensduur van 75 jaar. Het bestaat uit onderdelen met verschillende levenscycli, die na einde van hun afzonderlijke gebruiksduur (door nodig onderhoud, functionele of technische aanpassing) alleen middels sloop uit het gebouw verwijderd en tot afval verwerkt kunnen worden:

- installaties (economische levensduur van 20 jaar) > ingestorte leidingen, specifiek ontworpen dimensies)
- interieur (economische levensduur van 20 jaar) > gemetselde binnenwanden, natte afwerkvloeren of tegelwerk)
- gevels (economische levensduur van gemiddeld 30 jaar) > 'nat' metselwerk, ingemetselde kozijnen, niet losmaakbare afdichtingen

Het circulaire alternatief wordt dusdanig ontworpen dat de toegepaste producten losmaakbaar, gestandaardiseerd en herbruikbaar zijn. De onderdelen moeten onafhankelijk van elkaar en hun diverse gebruiksduren middels veilige demontage uit het gebouw gedemonteerd kunnen worden, zodat hun levenscyclus (geheel of gedeeltelijk) in een andere functie verlengd kan worden:

- installaties > gestandaardiseerd en los van constructie gedetailleerd
- interieur > lichte wanden boven vloer gedetailleerd, droge afwerkvloeren
- gevels > click-metselwerk, losmaakbare kozijnen (of beglazing)



Figuur 28: Losmaakbare en gestandaardiseerde onderdelen van een kantoorgebouw

Maatregelen	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
C.2 Verlenging productcycli	-			

(1) EFFECT: De effecten van deze maatregel liggen zowel ruimtelijk als ook in de tijd buiten de scope van het gebouw zelf. Door tijdens of aan het einde van de levensduur van het gebouw restwaarde van onderdelen over te houden, drukken zich de effecten pas uit in de cyclus van een nieuwe functie elders.

Met de MPG is dit effect dan ook lastig kwantitatief uit te drukken op gebouwniveau en ook de CO₂-emissiereductie is afhankelijk van hoe een toekomstige transactie zou kunnen slagen. De winst in CO₂-besparing zit op het niveau van uitsparen van nieuwe

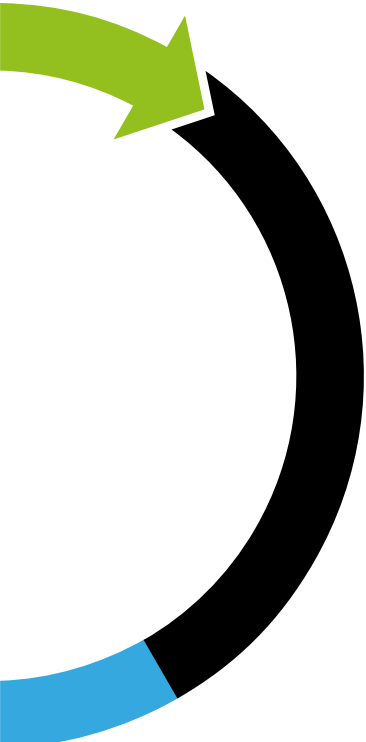
producten minus de nodige energie voor demontage en remontage van de producten op een andere locatie.

(2) **IMPLEMENTATIE:** Op dit moment wordt geëxperimenteerd met verschillende bouwdelen met een verhoudingsgewijs korte levensduur, zoals interieur-, gevel- en installatiebouwdelen. Bepalend voor de implementatie van deze strategie is de restwaarde. Deze kan tijdens het ontwerp worden beïnvloed door losmaakbaarheid, bereikbaarheid en samenstelling (mono-materialen) van de onderdelen, maar blijft door de grote tijdsparren tussen ontwerp en demontage onzeker en afhankelijk van dan geldende omstandigheden die nodig zijn om:

- het product uit het gebouw te halen zonder de functionaliteit op te heffen
- het naar een vervolglocatie te vervoeren
- tussentijds te vernieuwen
- het weer in de nieuwe situatie toe te passen

Om nu al van de waarde te kunnen profiteren wordt daarom toenemend gebruik gemaakt van andere businessmodellen, die uitgaan van service-contracten en terugname garanties. Een voorbeeld hiervan is de lift van Mitsubishi die als 'lift as a service' wordt aangeboden en de producent eigenaar en verantwoordelijk blijft voor het product. De gebouweigenaar schaft de lift niet aan maar betaalt voor gebruik en onderhoud.⁷⁵ De producent is er in dit businessmodel ook bij gebaat een goed product met een lange levensduur te leveren. Met name in de curatieve zorg, waar installaties een groot aandeel hebben in de bouw en het onderhoud, kan deze maatregel financieel een groot effect hebben. De ervaring met deze modellen is echter nog gering.

Ook technisch gezien liggen er de nodige uitdagingen bij losmaakbaarheid van bouwproducten in relatie tot prestatie-eisen op het gebied van brand, akoestiek en transmissie. Standaardisatie daarentegen zorgt voor compatibele aansluitingen op verschillende toepassingen en wordt door toenemende industrialisatie in de woningbouw steeds gebruikelijker.



D. Hergebruikte objecten

D.1 Hoogwaardig hergebruik bij sloop

Hergebruik van materialen gebeurt in de huidige bouweconomie nog vooral in de vorm van recycling. Hoogwaardig hergebruik op elementniveau wordt nog beperkt uitgevoerd. Dit vanwege de slechte voorwaarden die sloopgebouwen van nu bieden en ontbrekende kwaliteitsgaranties van tweedehands producten. Op een aantal eenvoudigere toepassingen wordt het echter al toegepast.

Het standaardgebouw maakt voor de volgende bouwonderdelen gebruik van nieuwe producten en materialen, bv.:

- Houten binnendeuren
- Aluminium balustrades en leuning
- Bitumen en grinddaken
- Lichtarmaturen

In het alternatief worden de volgende onderdelen uit secundaire bouwdelen en/of materialen uitgevoerd – die in de huidige bouwpraktijk de meeste ervaring in hergebruik bieden. Deze onderdelen worden hergebruikt en daarom niet in de MPG berekening meegenomen.:

- Secundaire binnendeuren
- Hergebruikte balustrades en leuning
- Hergebruikte lichtarmaturen

⁷⁵ Logman, R., Jansma, H., TVVL Magazine, september 2021.

Maatregelen	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
D.1 Hoogwaardig hergebruik bij sloop	0,63	3%	5,44	2%

(1) EFFECT: Het resultaat van hergebruikte kozijnen, deuren, gevelmaterialen en lichtarmaturen heeft met 3% voor de MPG en 2% voor de CO₂, een relatief klein aandeel in de reductie. Dit heeft vooral te maken met de keuze voor minder CO₂ uitstotende bouwonderdelen waarbinnen deze maatregel wordt toegepast. Het reductie potentieel zou groeien als bijvoorbeeld installatietechnische of constructieve onderdelen hergebruikt zouden worden. In Rotterdam is dit bijvoorbeeld toegepast: een gebouw waarbij ca. een derde van de stalen constructie door secundair staal is vervangen. Hierdoor wordt de CO₂-reductie duidelijk groter.



Figuur 29: Hergebruikte staalconstructie Hoogstraat 168-172, Rotterdam⁷⁶

(2) IMPLEMENTATIE: Financieel kan een dergelijke maatregel op verschillende manieren effect hebben. Bij toepassing van hergebruikte producten, moeten de kosten voor demontage en herstel voor een nieuwe toepassing worden afgewogen tegen de kosten van het nieuwe product per bouwonderdeel en situering. Daarnaast kan per bouwdeel de inspanning voor aantoonbaarheid van prestaties - door bijvoorbeeld het beproeven van constructieve onderdelen op sterkte en het vinden van passende elementen - zeer bewerkelijk zijn.

Anderzijds heeft vermindering van sloopkosten door reductie van af te voeren materiaal ook invloed op de kosten. Het percentage materiaal/bouwdelen, dat nu bij sloop hergebruikt kan worden is echter nog klein om verschil te maken. De grote sloopopgave in de curatieve zorg zou hierbij wel kansen bieden om hoogwaardig hergebruik van gestandaardiseerde bouwproducten (bijv. binnenwanden) op grotere schaal te implementeren. Binnen deze typologie ligt een groot aandeel aan elementen, die door specifieke kwaliteitseisen in een vroeg stadium vervangen dienen te worden en elders nog een functie kunnen vervullen.

E. Secundaire grondstoffen

E.1 Beton uit secundaire grondstoffen

Jaarlijks komt 12 Mton sloopbeton vrij. Vanwege het grote volume een materiaal om te beschouwen in het kader van circulariteit. Recycling van grondstoffen ligt niet hoog op de R-ladder (zie Hoofdstuk 2) van meest circulaire maatregelen, bij een materiaal als beton wat in grote volumes wordt gebruikt en een hoge CO₂-uitstoot heeft bij de productie ervan is het effect van recycling alsnog groot.

⁷⁶ Nationale staalprijs 2022. Opgehaald van: <https://www.nationalestaalprijs.nl/project/hoogstraat-168-172>

In het standaardgebouw worden fundering, wanden en vloeren met beton (zB) van met name primaire grondstoffen geconstrueerd: primair zand, grind en cement⁷⁷
 In het alternatief worden fundering, wanden en vloeren met beton uit secundaire grondstoffen geconstrueerd: primair zand, grind en cement met 20% betongranulaat (secundair) als grindvervanger.

Maatregelen	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
E.1 Beton uit secundaire grondstoffen	0,64	2%	5,47	2%

(1) EFFECT: Het resultaat is met een reductie van 2% verhoudingsgewijs klein, maar geeft niet de recente mogelijkheden van de sector op het gebied van secundair beton weer (door beperking van data in MPG tool). Primair beton bestaat uit cement (binder), zand (fijn) en grind (grof) waarbij cement in de productie de grootste invloed heeft op de CO₂-uitstoot. In de sector zijn verschillende ontwikkelingen om alle drie de grondstoffen (deels) te vervangen door secundaire grondstoffen. In een 'Regulier scenario' uit de sector kunnen betongranulaten als vervanging van grind tot 30% - 40% (NEN/huidige Eurocode) en zand tot 50% worden ingezet. In een 'koplopers scenario' in de sector liggen de percentage hoger: betongranulaten zouden 50-100% van het grind kunnen vervangen en 60% van het zand. Inzet van betongranulaten als vervanging van primair cement is nog volop in onderzoeksfase en er is nog geen regelgeving voor.

(2) IMPLEMENTATIE: Voor de zorgsector zou de samenstelling van beton in de draagconstructie zowel voor de curatieve als ook langdurige zorggebouwen van groot effect zijn. Technisch is het nog zeer complex om voor constructieve bouwdelen met hoge veiligheidseisen af te zien van traditioneel beton. De producten bevinden zich nog in onderzoeksfase en zijn nog onvoldoende in regelgeving en normering verankerd.

F. Hernieuwbare grondstoffen

F.1 Inzet Biobased materiaal

In het standaardgebouw zijn bouwproducten - gebruikt binnen interieur, gevels en daken - meestal uit minerale materialen opgebouwd:

- Interieur (gips- en kalkzandsteen-wandblokken, keramische tegels)
- Gevels (metselwerk, betonbinnenbladen, PUR-isolatie)
- Daken (XPS-isolatie, bitumendakbedekking en grind)

In het alternatief worden deze bouwonderdelen vervangen door hernieuwbare materialen:

- Interieur (houten staanders, vlas-isolatie en beplating)
- Gevels (hout, HSB en vlas-isolatie)
- Daken (vezel isolatieplaat, dakbedekking van plantaardige olie en extensief groen)

Maatregelen	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
standaard	0,65	0%	5,57	0%
F.1 Inzet biobased materiaal	0,65	0%	5,2	7%

EFFECT: Biobased materiaal zorgt op twee manieren voor reductie van CO₂-uitstoot. Het vervangt enerzijds fossiele grondstoffen, waarvoor grote hoeveelheden energie nodig zijn om ze tot producten te verwerken. Anderzijds nemen hernieuwbare grondstoffen op

⁷⁷ In dit type beton wordt het cement "CEMIII" gebruikt. Dit bestaat voornamelijk uit portlandklinker maar bevat ook hoogovenslak een bijproduct dat ontstaat bij de productie van ruwijzer in het hoogovenproces

hun beurt CO₂-emissies tijdens 'productie' (groei) op. Bij elkaar opgeteld zorgen beide effecten voor een betere totaalbalans.

Het gebruik van biobased materiaal binnen de hier onderzochte bouwdelen heeft echter geen invloed op de MPG-waarde en zorgt voor relatief lage reductie op CO₂-emissies. De reden hiervoor is dat CO₂-opslag nog niet meegerekend wordt in de beoordelingstools als LCA voor producten en MPG voor gebouwen. Daarnaast hebben de gebouwdelen schil en interieur door hun laag gewicht een relatief klein aandeel in het geheel.

(2) IMPLEMENTATIE: Voor de zorgsector zou de inzet van biobased materiaal niet alleen door het imago van gezonde bouwmaterialen interessant kunnen zijn. De toepassing in binnenruimten heeft daadwerkelijk positieve effecten - zoals de mogelijkheid van dampopen constructies of het vermijden van vluchtige organische stoffen (VOC) - op het binnenklimaat. Technisch liggen er voor biobased materialen nog de nodige uitdagingen, vooral in relatie tot gangbare prestatie-eisen m.b.t. brand, transmissies en vochtregulering. Ook voor levensduur en onderhoud zijn er nog onvoldoende garanties. In de bouwsector is er op dit moment nog te weinig kennis en ervaring met biobased bouwen, maar de ontwikkelingen zijn wel volop in de aandacht.

5.3 Circulaire scenario (gecombineerde maatregelen)

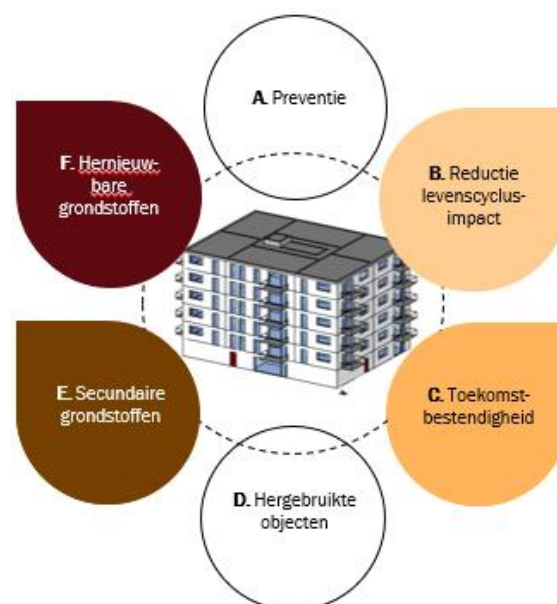
Circulair bouwen betekent niet dat er maar voor één van de maatregelen die in hoofdstuk 5.2 besproken zijn gekozen moet worden. De ene maatregel hoeft de andere niet uit te sluiten. Door maatregelen te combineren kan meer waarde worden behouden, materiaal worden bespaard en (materiaalgebonden) CO₂-emissie gereduceerd worden dan met een enkele toegepaste maatregel.

In deze paragraaf worden een aantal maatregelen uit 5.2 samengevoegd tot een realistisch en bij elkaar passend circulair scenario - een maatstrategie. Daarbij wordt een combinatie van maatregelen bedoeld, die op dit moment haalbaar en complementair met elkaar zijn. Andere maatregelen die buiten het scenario vallen kunnen ook een bijdrage leveren maar zijn i.r.t. de specifieke opgave wellicht nog te complex of onvoldoende te verenigen met de wel gekozen maatregelen.

Van dit gecombineerde scenario wordt de MPG en CO₂-emissiereductie op gebouwniveau berekend en afgezet tegen de huidige uitkomsten van het referentiegebouw.

5.3.1 Toepassing van een gecombineerd scenario

De volgende vier in kleur gemarkeerde strategieën in figuur 31 worden binnen het onderzochte gecombineerde scenario met elkaar gecombineerd:



Figuur 30: Circulair scenario in een 'Gecombineerde aanpak' appartementengebouw langdurige zorg

Om een resultaat op basis van MPG en CO₂-emissiereductie te behalen zijn de strategieën binnen het circulair scenario vertaald naar de volgende concrete maatregelen en de optelsom vergeleken met het standaard referentiegebouw:

B. Reductie levenscyclus-impact

Onderdelen die hierbij worden aangepast/toegepast ten opzichte van het referentiegebouw:

1. Houten constructie
 - Houten vloeren
 - Kolommen structuur van hout

C. Toekomstbestendigheid

Onderdelen die hierbij worden aangepast/toegepast ten opzichte van het referentiegebouw:

1. Verlenging gebouwcyclus
 - De verdiepingshoogte van de begane grond wordt verhoogd
 - De constructieve structuur wordt met kolommen uitgevoerd en installaties worden adaptief ontworpen
 - De verwachte levensduur wordt met 25 jaar verlengd en wordt daarmee 100 jaar

E. Secundaire grondstoffen

Onderdelen die hierbij worden aangepast/toegepast ten opzichte van het referentiegebouw:

1. Beton uit secundaire grondstoffen
 - Secundair beton (20% betongranulaat) in fundering, begane grond vloer en verdiepingsvloer

D. Hernieuwbare grondstoffen

Onderdelen die hierbij worden aangepast/toegepast ten opzichte van het referentiegebouw:

1. Gebruik van biobased materiaal⁷⁸
 - Gevelafwerking, binnenwanden en isolatie zijn van hernieuwbare materialen

In tabel 5 zijn de resultaten van de gecombineerde variant t.o.v. de standaard (referentiegebouw) weergegeven. Voor de MPG komt dit uit op een reductie van 17%. De materiaalgebonden CO₂-uitstoot – de emissies door productie van gebruikte materialen – is met 29% gereduceerd in vergelijking met het standaard referentiegebouw. De reductie in MPG is niet gelijk aan de CO₂-reductie omdat in de MPG naast CO₂ ook nog andere emissie zijn opgeteld.

Tabel 5: Resultaat gecombineerde maatregel

Maatregelen	MPG	% reductie MPG	kg CO ₂ /m ² bvo/jaar	% reductie CO ₂
Standaard	0,65	0%	5,57	0%
Gecombineerde variant	0,54	17%	3,95	29%

5.3.2 Verhouding van materiaal- en gebruiksgebonden emissies

In tabel 5 is weergegeven dat de CO₂-uitstoot met 29% gereduceerd kan worden met een circulair scenario ten opzichte van het standaard referentiegebouw. Dit gaat om de materiaalgebonden CO₂-uitstoot, de CO₂-emissies door productie van de materialen. Om inzicht te krijgen in hoe dit resultaat over emissies door materiaalgebruik zich verhoudt tot die uit energiegebruik van het gebouw, worden de *materiaalgebonden* CO₂-emissies in verhouding geplaatst tot de *gebruiksgebonden* CO₂-emissies.

Referentiegebouw (standaard)

⁷⁸ NIBE (2019) Potentie biobased materialen in de bouw. RVO. Opgehaald van: CBE-Eindrapportage-potentie-biobased-materialen-NIBE-juli-2019.pdf (circulairebouweconomie.nl)

Het energiegebruik van het referentiegebouw is uitgerekend door RVO (bron referentiegebouwen) en is 24,8 kWh/m²/jaar⁷⁹. De standaard CO₂-emissiefactor aardgas voor het emissiehandelsjaar 2020 en de nationale monitoring 2020 is berekend op 56,4 kg/GJ.⁸⁰ Dit betekent dat het gasverbruik van het gebouw zorgt voor 5,0 kg CO₂/m²/jaar. De hernieuwbare energie zorgt voor 51% van de energiebehoefte⁸¹. De PV panelen zorgen voor 51.286 Wp voor dit gebouw (291,5 m² zonnepanelen) en omgerekend is dit 8,7 kg CO₂/jaar/m², zie tabel 6.

Bij elkaar zorgt het energiegebruik tijdens gebruik dus voor 13,7 kg CO₂/jaar/m². Hier kunnen we de CO₂-uitstoot veroorzaakt vanuit de materialen tegenover zetten. Zoals in de MPG is berekend is dit 5,57 kg CO₂/m²/jaar voor het referentiegebouw. Dat betekent dat het materiaalgebruik hier zorgt voor 29% van de totale CO₂-emissies (19,27 kg CO₂/m²/jaar).

Gecombineerde variant

De CO₂-uitstoot veroorzaakt door de materialen van de gecombineerde variant is 3,95 kg CO₂/m²/jaar. De CO₂-emissies uit het energieverbruik blijft gelijk aan de CO₂-emissie zoals berekend voor het referentiegebouw (13,7 kg CO₂/jaar/m²). De som van de CO₂-uitstoot van het gebruik (de energie) en de materialen van deze gecombineerde variant is dan 17,7 kg CO₂/m²/jaar. De materiaalgebonden CO₂-emissie bedraagt daarmee 22% van de totale CO₂-emissie. Dit is een reductie van 8% in vergelijking met het standaardscenario van referentiegebouw. (inclusief energiegebonden emissies) in de gebruiksfase van het gebouw over een periode van 75 jaar beschouwd. Als we het vergelijken met de materiaalgebonden CO₂-uitstoot als het gebouw maar 40 jaar zou blijven staan, gaat het zelfs over 38% van de totale CO₂-uitstoot.

Tabel 6: CO₂-uitstoot veroorzaakt door materiaal- en energiegebruik

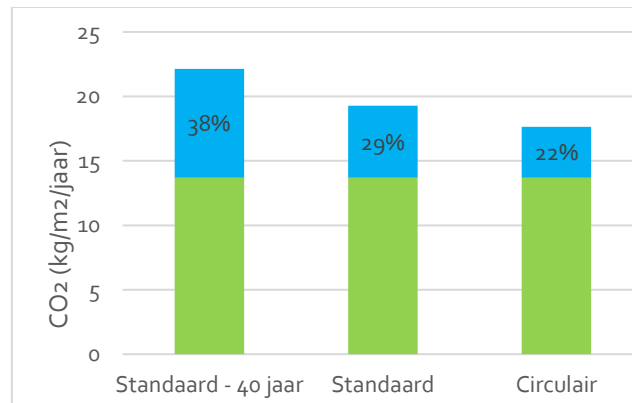
	Energie (kWh)	Gebruiksfase CO ₂ -emissie (kg/m ² /jaar)	Materiaalgebonden CO ₂ -emissie (kg/m ² /jaar)		Toelichting
			Circulair scenario	Standaard referentie	
Energielevering - PV	13.4	8.7			58.280 Wp 1 Wp 0.88 kWh Emissiefactor 0.649
Energielevering - aardgas	24.8	5.0			Emissiefactor: 56.4
Totaal CO ₂ -uitstoot		13.7	3,95 (22%)	5,57 (29%)	Uit MPG

Samenvattend heeft het materiaalgebruik in huidige standaard scenario een relevant aandeel van 29% in het totale resultaat van energie- en materiaalgebonden CO₂-emissies. Door circulaire keuzes in materiaalgebruik en ontwerpmethodieken een significante reductie materiaalgebonden CO₂-emissies te realiseren (ca. een derde), waardoor ook het totaal aan CO₂-emissies beduidend omlaag kan worden gebracht (ca. 8%).

⁷⁹ Uitgaande van RVO omdat dit overeenkomt met de specificaties van het referentiegebouw. Sommige monitoringsrapporten hanteren een ander energie gebruik per m², uitgaande van gemiddelden waarden van verschillende bouwtypologieën.

⁸⁰ Zijlema, P.J. (2019) Berekening van de standaard CO₂ emissiefactor aardgas t.b.v. nationale monitoring 2020 en emissiehandel 2020. Opgehaald van: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/05/vaststelling-standaard-co2-ef-aardgas-jaar-nationale-monitoring-2020-en-ets-2020-def_0.pdf

⁸¹ Rijksoverheid (2016) BENG referentiegebouwen. Opgehaald van: Referentiegebouwen BENG.pdf (rvo.nl)



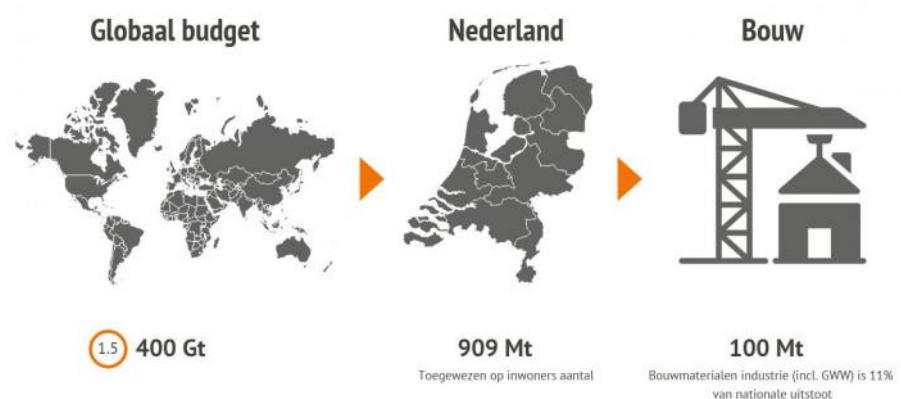
Figuur 31: Verhouding energie- (groen) en materiaalgebonden (blauw) emissies (kg/m²/jaar) voor de 3 scenario's.

5.4 Vertaling naar de zorgsector

In deze paragraaf worden de resultaten van het circulaire scenario met de gecombineerde maatregelen uit paragraaf 5.3, vertaald naar de (langdurige) zorgsector. Hierbij wordt ten eerste vanuit de lange termijn doelen voor 2030 en 2050 gekeken naar wat de CO₂-reductie voor de korte termijn zou kunnen betekenen. Daarnaast wordt beschreven hoe de gekozen strategieën voor het referentie appartementengebouw toepasbaar zijn op specifieke (langdurige) zorggebouwen.

5.4.1 Resultaten in relatie tot klimaatdoelen

De meeste kwantitatieve doelen binnen de circulariteit en duurzaamheid zijn vooralsnog uitgericht op de lange termijn. Zo wordt in Nederland beoogd in de toekomst alle materialen in een gesloten kringloop te voeren en is globaal besloten (Parijs) de opwarming van de aarde tot 1,5 graden te beperken – voor beide doelen geldt een periode tot 2050. Een rapport van het DGBC heeft deze abstracte visie proberen te vertalen naar tussenliggende doelstellingen zodat het duidelijk is of we op schema zitten om de doelstellingen te halen.



Figuur 32: Vertaling Klimaatdoelen naar CO₂-budgetten voor de bouw⁸²

In het rapport zijn indicaties gegeven voor korte termijn 'CO₂-budgetten' per woning om de lange termijn visie te behalen. Uitgaande van een globaal CO₂-budget binnen het 1,5 graden scenario van 400Gt CO₂-equivalent werd dit budget vertaald naar het Nederlandse aandeel en uiteindelijk naar de bouw, wat leidde tot een materiaalgebonden budget van 100 Mt tot 2050.

⁸² DGBC (2021) Position Paper Whole Life Carbon. Opgehaald van Position Paper Whole Life Carbon - Dutch Green Building Council (dgbcc.nl)

Met een jaarlijks aantal van 70.000 nieuwbouwwoningen houdt dat in dat tot 2050 gebouwen steeds minder CO₂ mogen uitstoten om te voldoen aan de klimaatdoelstellingen, zie figuur 33. In 2021 is de grenswaarde voor meergezinswoningen 220 kgCO₂/m² en in 2030 is dit 139 kgCO₂/m². Het referentie BENG gebouw heeft een materiaalgebonden uitstoot van 419 kgCO₂/m² en ligt daarmee ver boven deze budgetten. De circulaire variant met gecombineerde maatregelen heeft een CO₂-uitstoot van 296,25 kgCO₂/m² per woning. Dit is dus veel beter in lijn met de getallen uit het DGBC (NIBE) rapport. Het ligt nog niet onder de 220 CO₂/m² grenswaarde voor 2021, maar geeft de potentie ervan aan.

De berekening is vrij conservatief uitgevoerd en daarbij kan de data achter de MPG nog verbeterd worden. De verwachting is dat de CO₂-emissie dan lager wordt omdat biobased materialen, hergebruik en verlenging van levensduur nog niet goed in de methodiek zijn verwerkt.

Paris Proof grenswaarden	embodied carbon kg CO ₂ -eq. per m ²			
	2021	2030	2040	2050
Woning (eengezinswoning)	200	126	75	45
Woning (meergezinswoning)	220	139	83	50
Kantoor	250	158	94	56
Retail vastgoed	260	164	98	59
Industrie ⁵	240	151	91	54

Figuur 33: Grenswaarden voor Paris Proof bouwwerken. Grenswaarde is gegeven in 'embodied Carbon' per m² bouwwerk.

5.4.2 Toepassing voor de zorgbouw

De berekeningen beschreven in 5.2 en 5.3 zijn gedaan voor een woninggebouw. Hieronder worden verschillen tussen dit appartementengebouw en zorggebouwen besproken die invloed (kunnen) hebben op het materiaalgebruik en/of emissies van het materiaalgebruik. Deze verschillen zijn gebaseerd op waarneming en niet kwantitatief onderbouwd. Vervolgens wordt aangegeven of de verschillen een positief of negatief effect op de emissies kunnen hebben.

Verskillende aspecten van een (langdurig) zorggebouw die afwijken van de woningbouw (appartementengebouw) zijn:

- Brederde gangen (voor rolstoelen/bedden/elkaar passeren), hierdoor is er meer vloeroppervlak nodig, in rondgangen maar ook gangen binnen woning/naar kamer etc.
- Brederde deuren voor eenvoudige toegang tot de wooneenheden. Ook zijn veel deuren automatisch, hiervoor zijn meer systemen nodig. Brederde deuren en meer systemen betekent meer materiaalgebruik.
- Hoge temperatuur in gebouwen. Hierdoor is het verstandig rekening te houden met duurzame systemen (passief is het moeilijk om te verwarmen naar hogere temperaturen van bijvoorbeeld 24 graden).
- Gemiddeld zijn er meer liften nodig, ook bij maar 3 bouwlagen.
- Hogere bezettingsgraad omdat er meer mensen overdag aanwezig dan alleen de bewoners, dit heeft ook consequenties voor oppervlakte, ventilatie, ruimtes etc.

De consequentie van meer ruimtegebruik per persoon betekent dat er meer materiaal gebruikt wordt voor hetzelfde aantal bewoners. Dit heeft invloed op het gehele gebouw en zal in alle bouwdelen terugkomen. Andere punten die worden genoemd zoals meer liften, hogere eisen aan verwarming en ventilatie of automatische deuren hebben betrekking op de inbouw en installaties. Het aandeel van deze twee categorieën op het geheel zal dus iets toenemen.

In figuur 35 is zichtbaar dat het aandeel van de installaties in de MPG van het referentiegebouw 40% bedraagt. Het aandeel van de inbouw is 6,7%. Als deze twee bouwdelen zwaarder gaan wegen in de MPG zullen maatregelen die iets veranderen aan

een van de andere bouwdelen (zoals de meeste maatregelen die geschetst zijn) net iets minder effect hebben. De verwachting is dat dit geen significant verschil maakt en dat op gebouwniveau het effect van de circulaire maatregelen in dezelfde schaal grootte is als geschat voor het referentiegebouw.

Samengevat zijn er dus verschillen in de zorggebouwen en woongebouwen die effect hebben op de hoeveelheid materiaal die wordt gebruikt. Naar verwachting wordt er meer materiaal gebruikt voor minder of een gelijk aantal bewoners in de zorggebouwen. De verhouding in materiaalgebruik per bouwdeel blijft echter nagenoeg hetzelfde waardoor de uitgerekende maatregelen voor het referentiegebouw eenzelfde effect zullen hebben op de zorggebouwen.



Bouwdeel	Bijdrage
Fundering	1.9%
Vloeren	20.2%
Draagconstructie	8.2%
Gevels	18.6%
Daken	4.3%
Installaties	40%
Inbouw	6.7%

Figuur 34: Aandeel bouwdelen in MPG referentiegebouw

5.5 Afwegingskader implementatie

In paragraaf 5.3 en 5.4 lag de nadruk op de potentiële CO₂-besparingen. In deze paragraaf worden de maatregelen in de context van implementatie geplaatst. Wat zijn de voor- en nadelen op financieel, organisatorisch en technisch niveau om te komen tot implementatie van de maatregelen. Hoe zijn de kosten van de maatregelen in te schatten? Past het bij de specifieke eisen van de zorg? Is er steun van de overheid? Wat betekent de maatregel voor het bouwproces? Hoe ver is de maatregel technisch ontwikkeld, hoeveel ervaring is er?

Maatschappelijke waarden (Bijdrage aan vermindering klimaatverandering en effecten op de volksgezondheid)

- De meeste impact op emissiereductie kan worden gemaakt door maatregelen die de *constructieve opbouw* betreffen. Met een versterkte aandacht voor de transformatieopgave t.o.v. nieuwbouw of het vervangen van grote delen van beton door hout kunnen materiaalgebonden emissies met 20-40% per gebouw worden verlaagd.
- Ook *cyclus verlengende maatregelen op gebouw- of productniveau* kunnen positieve effecten op materiaal- en emissiereductie hebben (10%), de uitkomsten ervan zijn echter onzekerder omdat ze zijn gebaseerd op handelingen in de toekomst.
- *(Her)gebruik van bestaande producten* heeft in potentie grote effecten, maar kan door het huidige, relatief lage ontwikkelingsniveau en de daarmee beperkte toepassingsmogelijkheden nog niet volledig worden benut. Wanneer nieuwe producten al in ontwerpfase worden ontworpen met principes van o.a. standaardisatie en losmaakbaarheid biedt dit in de toekomst meer mogelijkheden voor hergebruik in de sector.

Financiën (Effecten voor Total cost of ownership – initieel, onderhoud en restwaarde)

- *Constructieve houtbouw* is op dit moment nog duurder dan de huidige standaard constructies van beton. Veel kleine en grote bouwpartijen werken – gedreven door maatschappelijke druk en gecombineerd met de mogelijkheden door industrialisatie

- aan opschaling van de houtproductie, waardoor de kosten in de toekomst lager worden verwacht.
- Gebaseerd op de huidige bouweconomie, die met name op initiële kosten aanstuurt, zijn de maatregelen voor *verlenging gebouw- en productcyclus* duur. De effecten worden pas financieel rendabel op het moment dat deze in relatie worden gezien met Total cost of ownership (TCO) - verminderd onderhoud tijdens gebruik en hogere restwaarde bij hergebruik. Deze waarden dienen echter bij investering aan de voorkant onderbouwd en gekapitaliseerd te worden.
- De maatregelen voor *hergebruik, secundaire en hernieuwbare grondstoffen* worden op dit moment verbonden door de afwezigheid van een volwassen markt met concurrerende prijzen. Op alle niveaus is daarbij de verhouding tussen inspanning (arbeid, (re-)productie-energie) en effect (CO₂-emissiereductie/-opslag) nog onvoldoende.

Organisatie (Invloed op de maatregel door regelgeving, normeringen en garanties)

- In de huidige bouwprocessen is vooral de maatregel *verlenging bouwcyclus* verweven. Deze wordt voornamelijk toegepast in de utiliteitsbouw, maar is binnen de langdurige zorg vooral bekend als aanpasbaar bouwen en kan daarop verder door worden ontwikkeld..
- De toepassing van *biobased materialen* wordt nog gehinderd door onduidelijkheid over de prestatie eigenschappen en daarmee verbonden garantievoorwaarden (veiligheid, thermische prestaties, etc.) voor gebruik. Er is nog weinig kennis en ervaring in de sector. Dat geldt ook voor *secundaire materialen* (E1) en *hoogwaardig hergebruik* (D1), die daarnaast technisch zeer bewerkelijk en door de verhouding van hoge arbeids- t.o.v. lage materiaalbelasting onvoldoende opgeschaald zijn. Hergebruik wordt daarnaast nog gehinderd door de bestaande bouwvoorraad, die niet is ontworpen met het oog op losmaakbaarheid en het behouden van restwaarde.
- De maatregelen voor *preventie* zijn goed met de huidige processen te integreren, maar vragen om andere ambities aan de voorkant van ontwikkel- en ontwerpprocessen. Het verbreden van de scope naar transformatie i.p.v. nieuwbouw vraagt om een andere benadering in de aanloop naar nieuwe vastgoedontwikkelingen.
- Uitgangspunten voor *compact bouwen* kunnen door te efficiënt materiaalgebruik en beperkte overmaat tegenstrijdig zijn met het adaptief vermogen en daarmee *verlengen van bouwcyclus* of andere prestatie eigenschappen zoals bijvoorbeeld voldoende lichtinval.

Bouwproces (Industrialisatie, bouwtijd)

- Standaardisatie en industrialisatie zijn ontwikkelingen die in de bouw sterk groeien. Zowel op 2- als ook 3-dimensionale schaal neemt het aandeel sterk toe, maar is in de huidige on-site-bouwmethoden nog ondergeschikt. Zowel in *constructieve houtbouw* als ook in de *verlenging van bouwcyclus* liggen kansen om industrialisatie en bouwtijdverkorting te versnellen. Dit vraagt echter om een andere procesinrichting, waarbij ontwerpbesluiten naar voren worden gehaald om de uitvoering versneld door te kunnen voeren. Gezien de enorme opgave voor de zorgsector om de capaciteit te vergroten liggen hier kansen voor de sector.

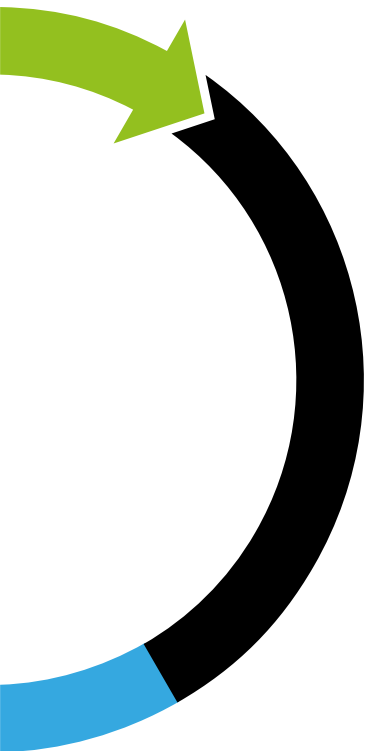
Techniek (Stand van de technische ontwikkeling en ervaring van de maatregel)

- *Compact bouwen* heeft naast voordelen voor materiaalreductie ook een positief effect op energieverbruik passend bij de andere doelen in de verduurzaming van de sector.
- De voordelen van *transformatie* van gebouwen t.o.v. nieuwbouw kunnen in complexiteit sterk uiteenlopen afhankelijk van het (type) gebouw.
- Maatregelen voor *verlenging van de levensduur van gebouwen* zijn technisch niet complex en oplossingen vormen nauwelijks risico binnen bestaande regelgeving. Wel ligt er een afwegingsvraagstuk over extra materiaalgebruik van overmaat t.o.v. *reductie milieu-impact* in de toekomst.

- *Verlenging van productcycli* stuit in de regelgeving op obstakels, omdat losmaakbaarheid vaak tegenstrijdig is met gangbare prestatie-eisen op het niveau van veiligheid, akoestiek en brand.
- Zowel *secundaire* als ook *biobased materialen* spelen door ontbrekende technische ervaring en bijbehorende risico's en garanties binnen de markt nog een ondergeschikte rol. Opschaling en toepassing van biobased materialen wordt in de komende jaren wel verwacht gezien de grootschalige aandacht bij verschillende spelers in de sector.

Tabel 7 : Afwegingskader voor implementatie

Maatregelen:	Waardes – Maatschappelijke prestaties	Financiën – Economisch voordeel	Organisatie – Relatie met regelgeving	Bouwproces - Uitvoering en bouwtijd	Techniek - Kennis en ervaring
A.1 Transformatie bestaand vastgoed	Hergebruik constructie, nieuwe toepassing mogelijk	Toepassing afhankelijk van specifiek gebouw	Vertrekpunt ontwikkelfase van nieuwbouw naar transformatie	Kortere bouwtijd, minder flexibiliteit	Veel ervaring, situatieafhankelijk
A.2 Compact ontwerp	Daglicht, kwaliteit binnenruimte, minder materiaal	Minder bouw-kosten en energie gebruiksfase	Geen obstakels	Neutraal	Veel ervaring en kennis
B.1 Houten constructie	Gezond binnenklimaat, hernieuwbaar materiaal	Nu duurder, toekomstig kostenreductie door opschaling	Regelgeving	Sneller bouwen, industrialisatie mogelijk,	Kennisgebrek NL, meer onderzoek en ervaring nodig
C.1 Verlenging gebouw-cyclus	Minder materiaalgebruik	Initieel duurder, TCO lager	In de zorgsector al bekend (aanpasbaar bouwen)	Compatibel met Standaardisatie/ industrialisatie	Toenemende ervaring adaptief, modulair, multi-functionele bouw
C.2 Verlenging productcycli	Verwacht hergebruik,	Initieel duurder, opbrengsten later, onvoldoende businessmodellen	Nog onvoldoende vastgelegd in normen, wetgeving	Geen invloed op gebouwniveau	laag aanbod grote schaal, beperkt op specifieke bouwdelen
D.1 Hoogwaardig hergebruik bij sloop	Voorbeeldfunctie, hoogwaardig hergebruik	Eigenaar nog niet op ingesteld, er is geen markt voor, geen standaard	Vastlegging prestaties en garanties	Weinig standaardisatie mogelijk	Enkele pilots en voorbeelden, weinig ervaring en kennis
E.1 Beton uit secundaire grondstoffen	Hoogwaardig hergebruik	Hoge arbeids- en energiekosten van bewerking	In kleine percentages al mogelijk in normen	Geen invloed op bouwsnelheid	Vooral als zand- en grindvervanger, nog nauwelijks als cement-vervanger
F.1 Inzet biobased materiaal	Hernieuwbaar en CO ₂ -opslag in materiaal	Nu hoge kosten, toekomstige verlaging door opschaling	Belemmering door garanties en normen	Nog weinig industrialisatie wegens kleine, nieuwe markt	Onvoldoende bekende prestaties



6 Discussiepunten en beperkingen

Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van een aantal aannames en met een beperkte scope. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe dit de resultaten kan beïnvloeden en welke beperkingen dit onderzoek heeft. Het gaat daarbij om gestelde uitgangspunten op het niveau van de sector, de scope en de berekeningen:

Sector

- *De focus binnen dit onderzoek is gelegd op de langdurige zorg.*
Ziekenhuizen (curatieve zorgorganisaties) zijn hierin niet meegenomen. Daarom kunnen de resultaten nu niet worden gegeneraliseerd voor de gehele zorgsector.
- *De cijfers over de hoeveelheden nieuwbouw, renovatie en sloop in de zorg zijn gebaseerd op modellen met bepaalde aannames voor de toekomst.*
Deze getallen kunnen in realiteit anders zijn waardoor de hoeveelheden anders worden. Het zou kunnen dat er relatief meer renovatie plaatsvindt dan geschat. Dan zou het kunnen dat andere circulaire maatregelen meer voordelen geven dan de maatregelen die nu zijn beschreven voor de nieuwbouw.

Scope

- *Voor de case study is een van de RVO BENG referentiegebouwen (woninggebouw M) gebruikt om het effect van de circulaire varianten te laten zien. Er is dus geen specifiek gebouw uit de langdurige zorg beschouwd.*
Het referentiegebouw is gekozen omdat het veel overeenkomsten heeft met een langdurig zorggebouw in typologie, opbouw, materiaal- en installatiekeuze. Daarnaast was hier gedetailleerde data beschikbaar zodat ook een kwantitatief effect kon worden doorgerekend. Hierdoor kunnen bepaalde gebouwkenmerken t.o.v. specifieke voorbeelden uit de zorg alsnog verschillen.
- *De cijfers over energiegebruik en energievoorzieningen zijn ook afkomstig van de woningbouw.*
Het is voor te stellen dat in een zorggebouw meer energie gebruikt wordt (24/7 aanwezigheid van patiënten/cliënten, meer verwarming, koeling, ventilatie en luchtbehandeling). Dit zou invloed kunnen hebben op de hoeveelheid benodigde gebruiksenergie, waardoor de verhouding tussen materiaal- en energiegebonden CO₂-emissies kan verschillen.
- *Typologieën van (langdurige) zorggebouwen kunnen erg uiteenlopen.*
Dit betekent dat de impact van maatregelen per typologie verschillend kan zijn. Hierdoor kan het effect op grote schaal worden beïnvloed. Een (goede) inschatting op sectorniveau is daarom moeilijk te maken.

Berekening

- *De MPG-eis is momenteel nog niet voor alle toepassingen in de zorg geldig.*
Voor de curatieve zorg is geen eis verplicht, wel voor de woonfuncties binnen de langdurige zorg. Doordat in de langdurige zorg vaak verschillende functies worden gekoppeld, geldt de eis niet voor alle gebouwen waarin ook mensen wonen.
- *De data achter de MPG is nog in ontwikkeling en soms onvolledig.*
Het gebrek aan data van biobased producten en secundaire materialen zorgt ervoor dat de verschillende strategieën van circulair bouwen nog moeilijk uit te drukken zijn in de MPG en hiermee ook in een CO₂-uitstoot. Daarmee zijn de effecten van de verschillende strategieën onderling ook lastig te vergelijken.
- *Een deel van de onderzochte maatregelen berust op verwachtingen in de toekomst.*
Voor de berekeningen van de maatregelen betreffende verlenging van gebouw- en productcycli zijn aannames gemaakt die gebaseerd zijn op huidige voorbeelden. De daadwerkelijke uitkomst ervan hangt af van keuzes die over 20 of 30 jaar worden gemaakt en kan zowel positief of negatief afwijken. Omdat het binnen circulair bouwen juist om de gehele levenscyclus gaat – dus ook om toekomstige gebeurtenissen – is dit echter een probleem inherent aan de opgave.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Hoofdvraag

Welke voordelen biedt circulair bouwen in de verduurzaming van het zorgvastgoed en op welke wijze kan dit binnen de zorgsector worden geïmplementeerd?

Voor de zorgsector biedt circulair bouwen voordelen op maatschappelijk en financieel gebied en daarnaast geeft het een voorsprong voor het voldoen aan de wetgeving:

Maatschappelijk

- De zorgsector kan door circulair te bouwen een relevante bijdrage leveren aan duurzame vraagstukken over vermindering van de CO₂-uitstoot. Op basis van de case study kan worden geconcludeerd dat materiaalgebonden emissies 29% van het totaal zijn naast de 71% energiegerelateerde emissies. Door circulaire strategieën toe te passen kunnen deze materiaalgebonden CO₂-emissies met circa eenderde worden gereduceerd en kan hiermee de totale CO₂-uitstoot met 8% worden verlaagd.
- Naast vermindering van de CO₂-uitstoot kan circulair bouwen zorgen voor besparing van kritieke grondstoffen en de reductie van afval.
- Circulair bouwen sluit aan op de tweede pijler uit de Green Deal Duurzame Zorg, die is gericht op circulair werken in de zorg.

Wetgeving

- Circulair bouwen kan gunstig zijn en een voorsprong bieden om op toekomstige aanscherpingen binnen de regelgeving (milieueisen) te anticiperen. De emissies door materiaalgebruik kunnen inzichtelijk gemaakt worden met de MilieuPrestatie Gebouwen (MPG). De grenswaarde ligt voor woongebouwen op dit moment op 0,8 €/m²/jaar. Met de huidige manier van bouwen kan hier adequaat aan worden voldaan. De verwachting is dat in 2030 deze eis verandert naar 0,5 €/m²/jaar. Gebaseerd op huidige bouwmethoden biedt de inzet van circulaire strategieën dan de mogelijkheid om de MPG met 17% te reduceren om een toekomstige grenswaarde te benaderen. De zorgbouw kan hierdoor een goed voorbeeld zijn om al vroeg in te zetten op aangescherpte regelgeving.

Financieel

- Circulair bouwen kan zorgen voor een verhoging van de eigen vastgoedwaarde in een veranderend zorglandschap, waar gebouwen continu onderhevig zijn aan de risico's van dure technische en functionele aanpassingen. Door maatregelen toe te passen die de technische levensduur van gebouwen of onderdelen daarvan verlengen hoeft de marktwaarde na einde van de economische levensduur (afschrijving) niet alleen worden bepaald vanuit locatie maar kunnen technisch en functioneel opgewaardeerde eigenschappen voor het vermijden van vervroegde sloop en een hogere restwaarde zorgen.
- De toepassing van verschillende circulaire maatregelen heeft een kwantitatief effect op het gebruik van materialen en grondstoffen. Met de verwachte verhoging van energie- en materiaalkosten door materiaalschaarste, onderbreking van toeleverketens, hogere energiekosten en toenemende milieu-beprijzing kunnen deze maatregelen een manier vormen om groeiende kosten voor nieuwe bouwontwikkelingen beperkt te houden en afhankelijkheid van globale grondstofketens te beperken.

Al deze voordelen kunnen worden geïmplementeerd door ontwerpmethoden voor de ontwikkeling van zorggebouwen op een andere manier in te richten:

- Inzet op ontwerpmethodieken die gericht zijn op het duurzaam (lange termijn) en flexibel (adaptief en modulair) gebruik van bouwwerken en hun onderdelen op de lange termijn.

- Prioritering van materiaalkeuzes op basis van een zo laag mogelijke milieu-impact. Allereerst de vraag naar materialen beperken, vervolgens inzetten op het gebruik van secundaire of hernieuwbare bronnen en tot slot primaire materialen zo efficiënt mogelijk gebruiken.
- Ontwikkeling van nieuw vastgoed niet alleen op basis van initiële investeringen maar in relatie tot TCO (total cost of ownership) waarbij de kosten voor onderhoud en hergebruik na einde levensduur evenredig worden meegeteld.

Deelvragen

In welk deelsegment van het zorgvastgoed heeft circulair bouwen de grootste potentie voor reductie van CO₂-emissies?

Uit dit onderzoek is gebleken dat de grootste potentie voor circulair bouwen in de langdurige zorg zit. Ten eerste is de nieuwbouwopgave in deze deelsector groter dan in de curatieve zorg, waardoor het een groter effect kan hebben en er mogelijkheden tot opschaling zijn. Daarnaast is de langdurige zorg typologisch gezien beter vergelijkbaar met de standaard woningbouw. In deze sector is met verschillende maatregelen al relatief veel ervaring opgedaan met circulair bouwen, waardoor de kennis op kortere termijn toepasbaar is. Ook de prestatie-eisen voor de bouw van langdurige zorgvoorzieningen – met name de vraag naar flexibele, aanpasbare gebouwssystemen – zijn vergelijkbaar met die geformuleerd voor circulair bouwen. Tot slot is de eigendomsstructuur in de langdurige zorg, waarbij het vastgoed grotendeels in handen is van de zorginstellingen zelf, zeer geschikt om de verandering naar een voor de circulaire bouw zo belangrijke TCO-gerichte financiering uit te voeren.

Welke ontwerpstrategieën voor circulair bouwen bestaan er voor dit segment?

De strategieën voor circulair bouwen onderscheiden zich grofweg in *reductie*, *hergebruik* en *recycling* van gebouwen, producten, materialen en grondstoffen. In principe zijn alle strategieën binnen de langdurige zorg toepasbaar, alleen in de manier hoe deze binnen de sector kunnen worden geïmplementeerd liggen verschillen:

- *Reductie* kan worden bereikt door preventief gedrag (minder of compacter bouwen) of door bouwen op basis van een lagere milieu-impact, zoals bijvoorbeeld een houten i.p.v. een betonnen constructiesysteem.
- *Hergebruik* kan worden bereikt door andere ontwerpmethodieken te gebruiken, die zorgen voor aanpasbare gebouwstructuren of demontabele producten.
- *Recycling* wordt toegepast middels gebruik van secundaire of biologische (hernieuwbare) i.p.v. nieuwe materialen en grondstoffen.

Wat is de reductie van CO₂-emissie door het toepassen van verschillende circulaire maatregelen?

Binnen dit rapport zijn aansluitend op de circulaire strategieën concrete maatregelen apart en in combinatie met elkaar uitgewerkt en is de potentiële CO₂-emissiereductie onderzocht. Op basis van een referentiegebouw gebouwd volgens de huidige standaard werden de circulaire maatregelen vergeleken en de volgende reducties geëvalueerd:

- De reductie van materiaalgebonden CO₂-emissies ligt tussen de 2% en 37% afhankelijk van de gekozen maatregel.
- Een realistische combinatie van meerdere maatregelen kan voor een materiaalgebonden CO₂-emissiereductie van 29% zorgen.
- Vertaald naar de totale CO₂-emissies (CO₂-emissies door energiegebruik en materiaalgebruik) kan een reductie van 8% worden bereikt.
- De totale materiaalgebonden CO₂-emissie van het gecombineerde circulaire scenario (296 kgCO₂/m²) ligt nog boven het CO₂-budget voor 2021 (220 kgCO₂/m²), maar moet nog veel lager worden om de doelstellingen van 2030 te halen (139 kgCO₂/m²). Het standaard referentiegebouw heeft een materiaalgebonden CO₂-emissie van 419 kgCO₂/m² en komt helemaal niet in de buurt van het CO₂-budget opgesteld voor 2021.

Welke circulaire maatregelen sluiten het best aan bij de zorgsector?

Circulaire maatregelen zijn niet altijd even eenvoudig te implementeren in de huidige ontwikkel-, ontwerp- en bouwprocessen. Dit heeft meerdere redenen, bijvoorbeeld past

de maatregel bij de zorgvraag, is de maatregel op korte termijn voor de zorg financierbaar of zijn de technische ontwikkelingen van de maatregel ver genoeg voor de prestatie-eisen gesteld in de zorg? Voor een prioritering van circulaire maatregelen zijn prestaties (CO₂- en MPG-reductie) in relatie tot financiële, technische en organisatorische randvoorwaarden voor implementatie afgewogen. Daarbij lijken *transformatie van bestaand vastgoed, toepassing van alternatieve constructiematerialen, ontwerp met flexibele bouwprincipes en het gebruik van biobased materialen* het beste aan te sluiten op de zorgsector:

- *Transformatie van bestaand vastgoed* heeft een relatief hoog CO₂-reductiepotentieel (CO₂-emissies), en is een in de zorgsector bekende maatregel die vooral voorafgaand aan het ontwerp vaker dient te worden afgewogen. Daarnaast ligt in de zorg door de eigendomssituatie van eigen beheer een grote 'incentive' om gebouwen vaker een aanpassing te laten ondergaan in plaats van nieuwbouw te onderzoeken.
- Maatregelen binnen de constructieve opbouw van bouwwerken, zoals de toepassing van *secundair beton of houten constructies*, hebben grote effecten op de reductie van CO₂-emissies omdat de constructie t.o.v. andere bouwdelen als interieur of gevels, voor een belangrijk deel verantwoordelijk is voor de totale materiaalgebonden emissies. Tegelijkertijd zorgt de snelle technische ontwikkeling binnen constructief hout in de woningbouw voor concurrerende prijzen en biedt deze bouwwijze grote voordelen bij het versnellen van bouwprocessen door industrialisatie.
- Ontwerpmethoden die de *verlenging van gebouw- en productcycli* mogelijk maken spelen in de zorg een belangrijke rol. Doordat de zorgmarkt door innovaties, zoals nieuwe technologie, behandelmethoden of medicatie, snel verandert, ligt er voor zorginstellingen een grote uitdaging op flexibele huisvestingsconcepten. Ziektes van nu zouden op termijn te genezen aandoeningen kunnen worden, wat een sterk effect op de inrichting van instellingen kan hebben. De maatregelen zorgen ervoor dat nieuw zorgvastgoed dusdanig gebouwd wordt, dat het makkelijker geschikt gemaakt kan worden voor andere doeleinden of onderdelen modulair uitwisselbaar zijn. Hierdoor kan ingespeeld worden op de financiële risico's van onvoorziene veranderingen in de zorg en kan beter worden voldaan aan verschuivingen in de behoefte van de eigen doelgroep of transformatie naar een andere functie.
- De toepassing van gezonde (*biobased*) *materialen* heeft in relatie tot de eigenschappen waar de zorg voor staat een belangrijk impuls om deze ook binnen de uitvoering van hun vastgoed zichtbaar te maken en de levenskwaliteit in de gebouwen te verbeteren.

7.2 Aanbevelingen

Een aantal aanbevelingen:

- *Het effect voor de maatschappij is groot* – bekijk gebruiksgelinkte energiebesparing altijd in verhouding met materiaalgebonden (circulaire) maatregelen. Wanneer wordt voldaan aan de BENG-eisen ligt er nog een onbenut potentieel in (materiaalgebonden) CO₂-reductie, een integrale benadering in CO₂-besparing is daarom van belang.
- *De maatregelen zijn uiteenlopend en circulair bouwen kan op veel manieren* - Focus niet op een maatregel, stem deze af op het effect per toepassing en de synergiën door combinatie.
- *Niet alle maatregelen zijn even simpel uit te voeren* - Kijk altijd naar de verhouding van de grootte van het effect en risico's (ontwikkelstadium, financiële gevolgen, procesvertraging,..)
- *De effecten voor de curatieve zorg zijn nog onduidelijk* - Het is interessant om het effect van circulair bouwen op ziekenhuizen te bekijken. Het ligt voor de hand eerst te kijken naar de minder complexe functies binnen ziekenhuizen en een aparte studie te doen specifiek voor de complexere functies/gebouwdelen. De minder complexe functies komen deels meer overeen met wat er in dit rapport is onderzocht.

8 Bronnen

Amsterdam Economic board. Green Deal Houtbouw. Opgehaald van: Green-Deal-Houtbouw.pdf (amsterdameconomicboard.com)

BAG: Alles over de BAG - Kadaster.nl zakelijk

Belastingdienst. Milieu-investeringsaftrek (MIA)/ Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL). Opgehaald van: https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/winst/inkomstenbelasting/inkomstenbelasting_voor_ondernemers/investeringsaftrek_en_desinvesteringsbijtelling/milieu_investeringsaftrek_mia_willekeurige_afschrijving_milieu_investeringen_vamil

Bezichtiging van nieuwe woonzorgvormen voor ouderen. Opgehaald van: ActiZ-magazine-Bezichtiging van nieuwe -woonzorgvormen-voor ouderen.pdf

Bijddendijk, F., "Solids, bieden kansen voor vastgoedmarkt" Opgehaald van: <https://www.duurzaamgebouwd.nl/artikel/20090813-frank-bijddendijk-solids-bieden-kansen-voor-vastgoedmarkt>

Bouwbesluit Art 5.. Opgehaald van: <https://www.bouwbesluitonline.nl/docs/wet/bb2012/hfd5/afd5-2>

Bouwend Nederland. (2020) We moeten op zoek naar meer afval. Opgehaald van: We moeten op zoek naar meer afval - Bouwend Nederland

Bouwwereld (2021) Pilotproject hoogwaardig gerecycled beton. Opgehaald van: Pilotproject hoogwaardig gerecycled beton » Bouwwereld.nl

Brand, S. (1994) 'How buildings learn: What happens after they're built',

CBS. (2019) Meeste afval en hergebruik materialen in bouwsector. Opgehaald van: Meeste afval en hergebruik materialen in bouwsector (cbs.nl)

Cobouw (2021) opgehaald van: <https://www.cobouw.nl/duurzaamheid/nieuws/2021/09/het-zandkasteel-in-amsterdam-deelt-circulaire-lessen-in-tweede-leven-101298928>

De architecten CIE. Circulaire fietsenstalling NS-station Eindhoven. Opgehaald van: Circulaire fietsenstalling NS-station Eindhoven | de Architecten Cie.

Demontage tijdelijke rechtbank Amsterdam gestart. Opgehaald van: <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=51064>

DGBC (2021) Position Paper Whole Life Carbon. Opgehaald van Position Paper Whole Life Carbon - Dutch Green Building Council (dgbc.nl)

DIGIMV: Home | Jaarverantwoording zorg

EIB (2020) Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw. Opgehaald van: <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2020/02/Rapport-Materiaalstromen-in-de-woning-en-utiliteitsbouw-klein.pdf>

Elp, van M, Zaal, van M.J.P, Zuidema, M.V.(2012) Bouwen voor de zorg. EIB.

Erasmus medical center, opgehaald van: Erasmus MC Rotterdam - ULC Groep

Europees parlement (2021) Hoe wil de EU uiterlijk in 2050 een circulaire economie tot stand brengen. Opgehaald van: <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/society/20210128STO96607/hoewil-de-eu-uiteerlijk-in-2050-een-circulaire-economie-tot-stand-brengen>

Expertisecentrum verduurzaming bouw (2020) Routekaart verduurzaming van het zorgvastgoed -ziekenhuizen. Opgehaald van: <https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/wp-content/uploads/2021/01/Concept-routekaart-cure-Doc1937-opmaak-met-aangepaste-scenarios-versie-10-1-2020.pdf>

Expertisecentrum verduurzaming zorg. Opgehaald van: <https://www.expertisecentrumverduurzamingzorg.nl/>

FM in de zorg, Nieuw Erasmus MC brengt healing environment in de praktijk. Opgehaald van: Nieuw Erasmus MC brengt healing environment in de praktijk | F-Facts

Gebouwdifferentiatie van een ziekenhuis .(2007). College bouw zorginstellingen. Rapportnummer 611

Gipser, O. (2021) ARC21: Stories Buiksloterham, Amsterdam – Olaf Gipser Architects.De Architect

Giulio. di R. (2014) Taxonomy of healthcare districts focusing on Eeb morphology and features. Streamer. Opgehaald van: <https://www.streamer-project.eu/Downloads/D1.1.pdf>

Hanemaaijer, A. et al (2021) Mogelijke doelen voor een circulaire economie. Opgehaald van: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken. (2016) Nederland circulair in 2050. Opgehaald van: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/milieuprestatie-gebouwen>

<https://www.vzinfo.nl/ziekenhuiszorg>

International Energy Agency (2019). Global status report for buildings and construction: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.

Josse, B. (2018) Circulair bouwen: economische kans en CO2 reductie. Opgehaald van: <https://www.change.inc/infra/circulair-bouwen-economische-kans-en-co2-reductie-30629>

Kishna, M. et al (2019) Doelstelling circulaire economie 2030: Operationalisering, concretisering en reflectie. Opgehaald van: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-policy-brief-doelstelling-circulaire-economie-2030-3551.pdf>

Kishna, M. et al (2021) Integrale circulaire economie rapportage 2021. Opgehaald van: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>

Kishna, M. Rood, T. Gerdien Prins, A. (2019) Achtergrondrapport bij circulaire economie in kaart. Opgehaald van: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-achtergrondrapport-bij-circulaire-economie-in-kaart-3403_1.pdf

KvK: Alle bedrijven, rechtspersonen en andere organisaties uit het Nederlandse handelsregister gemakkelijk doorzoekbaar - openkvk.nl

Logman, R., Jansma, H., TVVL Magazine, september 2021.

LRZA_CIBG_uittreksel: Zorgaanbiedersportaal | CIBG

Metropool regio Amsterdam (2021) Green deal houtbouw duurzaam uit de crisis. Opgehaald van: [BW-20d-MRA-Convenant-Houtbouw-definitief-1-juli.pdf](#) ([regiogv.nl](#))

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). Bijdrage circulaire economie aan de klimaatopgave. Opgehaald van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2021/03/31/bijdrage-circulaire-economie-aan-de-klimaatopgave/bijdrage+circulaire+economie+aan+de+klimaatopgave.pdf>

Nationale Milieu Database, bepalingmethode. Opgehaald van: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingmethode/>

Nationale staalprijs 2022. Opgehaald van: <https://www.nationalestaalprijs.nl/project/hoogstraat-168-172>

NIBE (2019) Potentie biobased materialen in de bouw. RVO. Opgehaald van: [CBE-Eindrapportage-potentie-biobased-materialen-NIBE-juli-2019.pdf](#) ([circulairebouweconomie.nl](#))

Openbaar_databestand_VHZ_verslagjaar_2019: Open data Verpleeghuiszorg | Zorginzicht

PBL (2021) Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021.

Platform CB'23. (2020) Lexicon Circulaire Bouw. Eenduidige termen en definities. Versie 2.0 - 2 juli 2020.

Platform CB'23. (2021) Leidraad Circulair ontwerpen. Werkafspraken voor een circulaire bouw. Juli 2021.

Platform CB23 (2021) Leidraad Circulair ontwerpen. Opgehaald van: [PlatformCB23_Leidraad_Circulair-Ontwerpen_versie1.pdf](#)

Platform CB23. (2020) Leidraad Meten van circulariteit. Platform CB23. Over platform CB'23. Opgehaald van: <https://platformcb23.nl/over-platform-cb-23>

Rebergen. M. (2022) Uit betontransplantatie zullen nieuwe innovaties ontstaan. De circulaire bouweconomie. Opgehaald van: 'Uit betontransplantatie zullen nieuwe innovaties ontstaan' | Circulaire Bouweconomie

Rijksoverheid (2016) BENG referentiegebouwen. Opgehaald van: [Referentiegebouwen BENG.pdf](#) ([rvo.nl](#))

Rijksoverheid. (2021) Circulaire woning. Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/milieulijst-en-energielijst/miavamil/circulaire-woning>

Rijksoverheid. Circulaire economie en MIA/VAMIL. Opgehaald van: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/miavamil/ondernemers/sectoren/circulaire-economie>

Rijksoverheid. MilieuPrestatie Gebouwen- MPG. Opgehaald van:

Rijksoverheid. Nederland circulair in 2050.

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Rijksoverheid. Noodzaak van circulaire economie. Opgehaald van:

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/noodzaak-van-circulaire-economie>

Ruiter, de P. (2016) Het biosintrum. Opgehaald van: Paul de Ruiter | Het Biosintrum

Sobota, M. et al (2022) Rapport Carbon based design. CITYFÖRSTER architecture + urbanism

Spitsbaard, M., van Leeuwen, M.L.J. Paris proof embodied carbon. DGBC.

TBI, TBI woonlab. Opgehaald van: <https://www.houtbaar.nl/nieuws/prototypes-houtbaar-huis-geplaatst/>

Transitieteam Circulaire Bouweconomie (2018), Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (Opgehaald van:: bijlage-4- transitieagenda-bouw (1).pdf)

Universiteit van Utrecht. (2018) De relatie tussen de CO2 prestatieladder en circulariteit. Opgehaald van: <https://www.pianoo.nl/nl/document/16578/de-relatie-tussen-de-co2-prestatieladder-en-circulariteit>

Voortuinen. Opgehaald van: <https://elephant.studio/nl/buildings/voortuinen/>

W/E adviseurs. (2018) Potentiële CO₂-reductie bij toepassing circulair bouwen principes in de energietransitie, W/E rapport 9737.

Zijlema, P.J. (2019) Berekening van de standaard CO₂ emissiefactor aardgas t.b.v. nationale monitoring 2020 en emissiehandel 2020. Opgehaald van: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/05/vaststelling-standaard-co2-ef-aardgas-jaar-nationale-monitoring-2020-en-ets-2020-def_0.pdf

Zorginzicht totaalbestand(ZiNL): Home | Zorginstituut Nederland

Het expertisecentrum verduurzaming zorg wordt uitgevoerd door:

Stimular

MPZ

TNO

in afstemming met brancheorganisaties NFU, NVZ, ActiZ, VGN en de Nederlandse ggz

Contactpersoon: Stefan van Heumen; stefan.vanheumen@tno.nl

Er is geen garantie dat de bovenstaande informatie correct, up-to-date en/of volledig is. De informatie en vermelde gegevens zijn dan ook niet uitputtend bedoeld, de inhoud is van informatieve aard en is niet leidend voor een specifieke situatie.

