

Architect en wetenschapper Dr. Elma Durmisevic en innovator Jan Willem van de Groep discussiëren over industrialisatie, de bouwcultuur, flexibiliteit en circulair bouwen. Het gaat om niets minder dan een maatschappelijk verantwoorde transitie. ‘We hebben een andere mindset nodig.’

Gespreksleiding en tekst: [Andrea Prins](#)

Concept en coördinatie: [Jutta Hinterleitner](#) (Stimuleringsfonds Creatieve Industrie), [Arjan Smits](#) & [Paul Gerretsen](#) (Vereniging Deltametropool)

De bouw staat in het algemeen bekend als conservatief, zeker in vergelijking met andere, hoog innovatieve sectoren zoals de electronicabranche. Wat is industrialisatie in de bouw anno 2021? Hierover gaat het tweede dubbelgesprek van een reeks van vier. Ze dienen ter aanvulling op de [Voucheregeling Ruimtelijk Ontwerp 2021 van het Stimuleringsfonds Creatieve Industrie](#) die ontwerpers en (semi)publieke organisaties uitnodigt om samen innovatieve, concrete ruimtelijke oplossingen te bedenken voor de vier grote opgaven uit de Nationale Omgevingsvisie (NOVI): [Vitale steden en dorpen](#), [Duurzame economie en ruimte](#), [Ruimte voor klimaat en energie](#) en [Toekomstbestendig landelijk gebied](#). Telkens gaat het om ontwerpkracht, het slim combineren van korte- en langetermijn strategieën en synergiekanalen. Centraal punt: het verbeteren van onze leefomgeving.

Via de essays die voortkomen uit de gesprekken wil het Stimuleringsfonds inspiratie en toegang tot verdiepende kennis bieden. In elk gesprek wordt één essentieel, iedereen aangaand onderwerp behandeld. Het thema van het eerste gesprek was [natuurinclusief ontwerpen](#). Het tweede gesprek draait om innovatieve industrialisatie en circulariteit in de bouw, een urgent

vraagstuk gezien de woningbouwopgave en andere verdichtingsvraagstukken. Plaats delict van het gesprek is de bovenste verdieping van het ‘wasrek’, het hogere gebouwdeel van glas en staal van Het Nieuwe Instituut in Rotterdam, onmiskenbaar een unicaat waarbij veel maatwerk is toegepast, zoals bij de meeste gebouwen in Nederland.

Het thema industrialisatie van de bouw *an sich* is niet nieuw. Denk bijvoorbeeld aan Mies van der Rohe die al rond 1920 nadacht over industriële productie van gebouwde- len die op de bouwplaats alleen nog maar in elkaar gezet hoefden te worden. Na de Tweede Wereldoorlog ging men de woningnood met systeembouw te lijf: met veel minder arbeidskrachten dan bij het traditionele bouwen werden in hoog tempo honderduizenden woningen gerealiseerd. Er werd gebruik gemaakt van standaardisatie en fabrieksmatig geproduceerde bouwcomponenten – met als gevolg straten met honderden identieke gevels. ‘Maar dat is allemaal oud-industrieel denken’, stelt Jan Willem van de Groep, ‘hedendaagse industrialisatie in de bouw bewandelt andere wegen, waarmee seriematige eentonigheid juist doorbroken wordt. Huidige industrialisatie is niet meer gelijk aan standaardisatie.’

De experts

Architect en wetenschapper Elma Durmisevic wil met haar werk de kloof tussen duurzaam engineering, huidige marktcondities en de eisen van de bouw-industrie overbruggen: 'Ik roep partijen bij elkaar.' Haar promotieonderzoek uit het jaar 2000 herdefinieert bouwdelen als 'transformeerbare structuren' en demonteerbaarheid als een duurzaam, circulair principe. Durmisevic is directeur van 4D Architects en oprichter van het Green Transformable Building Lab (GTB Lab), een laboratorium voor circulair bouwen. Doel van dit lab is het ontwikkelen, testen en demonstreren van transformeerbare structuren op de schaal van hele gebouwen tot verbindingen tussen bouwelementen. Als initiatiefnemer van het Buildings as Material Banks-project zet Durmisevic zich in voor een Europa-brede systemische verandering in de bouwsector, waarbij het uitgangspunt is dat ieder gebouw een materialenbank is en daarmee bron voor hergebruik en circulariteit.

Van de Groep ziet zichzelf als 'beginnetjesmaker', als aanjager voor het versnellen van innovaties in de industriële bouwpraktijk.

Vanuit zijn achtergrond als ingenieur civiele techniek en bedrijfskundige is hij mede-oprichter van het bedrijf Factory Zero, dat zich inzet voor gezonde, comfortabelere en uiterst energiezuinige woningen. Doel is een sociaal verantwoorde energietransitie 'die voor iedereen haalbaar en vooral betaalbaar is'. Zwaartepunten van zijn werk zijn de materialentransitie en de material embodied energy – de in materialen en constructies tijdens bouw, onderhoud, gebruik en afbraak opgenomen energie, die je van begin af aan moet meewegen in bouwprocessen. Daarnaast doet Van de Groep advieswerk voor diverse ministeries. Van de Groep is kritisch over het gebruik van het begrip 'circulariteit', een paraplubegrip, dat volgens hem op (te) veel manieren kan worden geïnterpreteerd, en gekaapt is door de traditionele bouw, die ook niet-circulaire bouwpraktijken hier onder schaarft.

De gedaantes van innovatie

Wat is eigenlijk (bouw)innovatie? Durmisevic: 'Het gaat om het omkeren van de negatieve impact van de bouw op onze leefomgeving.' Van de Groep: 'Dat klopt, maar daarvoor is meer nodig dan technische innovatie. Hier-



Optopping in Amsterdam met biobased materialen, een voorbeeld voor opschaalbare innovatie. Bron: Jan Willem van de Groep

mee zijn marktpartijen al via productinnovatie bezig. En zijdelings zorgen ze ook voor verandering van de normering, echter alleen passend bij hun doelen. Maar dat is niet werkelijk innovatief. Eerder een rookgordijn, dat de huidige behoudende bouwcultuur in stand houdt.’ Er blijft dus weinig ruimte voor werkelijke innovatie. ‘Kenmerk van échte innovatie is opschaalbaarheid’, stelt Van de Groep, ‘en daarvan is er nog veel te weinig.’ Durmisevic: ‘Om dat te verhelpen, moet de overheid nú regulerend optreden. Stakeholders innoveren op diverse fronten, maar zonder vernieuwde regelgeving blijft de transitie van de bouw steken in de marge.’ Met nieuwe regelgeving is de overheid gedeeltelijk al bezig, geeft Van de Groep te bedenken, bijvoorbeeld via de MilieuPrestatie Gebouwen: in de omgevingsvergunningsaanvraag moet de milieubelasting van de gebruikte materialen worden aangegeven. ‘Er is dus wel degelijk aangepaste regelgeving – maar “geent” op het *gemiddelde* bouwbedrijf. Maar het is juist nodig om samen met de *koplopers* na te gaan, via welke aanpassingen in regelgeving en normering innovatie het beste versneld kan worden.’

Innovatie is volgens Van de Groep een andere *bouwpraktijk* die alleen kan ontstaan door cultuurverandering. ‘Echte innovatie is niet het ontwerpen van nieuwe producten, maar van nieuwe organisatiemodellen. Daarnaast gaat het om de flow in fabrieken.’ Maar nieuwe ideeën dringen niet echt door. Bij nieuwbouwprojecten weet men vaak niet op welke wijze men industrialisatie kan inzetten, heeft Durmisevic geobserveerd. ‘En dan blijft het bij de bekende bouwpraktijk, waarbij we niet voorbij de kleine experimenten in de marge komen. We blijven dus verkeerd bezig. Maar ik ben wel optimistisch over de aankomende generatie architecten. Zij maken echt andere keuzes.’ Van de Groep beaamt dit: ‘Jonge ontwerpers nemen energietransitie en duurzaamheid als vanzelfsprekend mee in hun plannen.’ Op welke wijze kan industrialisatie bijdragen aan duurzame ontwikkelingen? Waar kun je beginnen als je als ontwerper of gemeente met innovatieve industrialisatie aan de slag wilt? En welke praktijken zijn er?

Praktijk I: Biobased materialen

Bouwen met biobased materialen is volgens Van de Groep dé methode om op korte termijn tempo te maken met het halen van de klimaatdoelen van Parijs. Organische bouwmaterialen als hout, vlas en bermgras zijn als het ware een CO₂-opslag. Als het zou lukken deze materialen te verbinden aan industriële bouwproductie, zijn er grote winsten te behalen. Voorbeelden zijn het houten Rijksoverheidspaviljoen Floriade 2022, isolatieplaten van lisdodde en isolatiemateriaal uit afvalstromen van de tuinbouw bij een recente optopping in Amsterdam, waar Van de Groep samen met een architect en materiaalleveranciers werkte aan nieuwe organisatiemodellen én productinnovatie. Dit project is trouwens ook een voorbeeld van opschaalbaarheid: 400.000 woningen in Nederland zijn geschikt voor optopping met zeer lichte biobased materialen. Van de



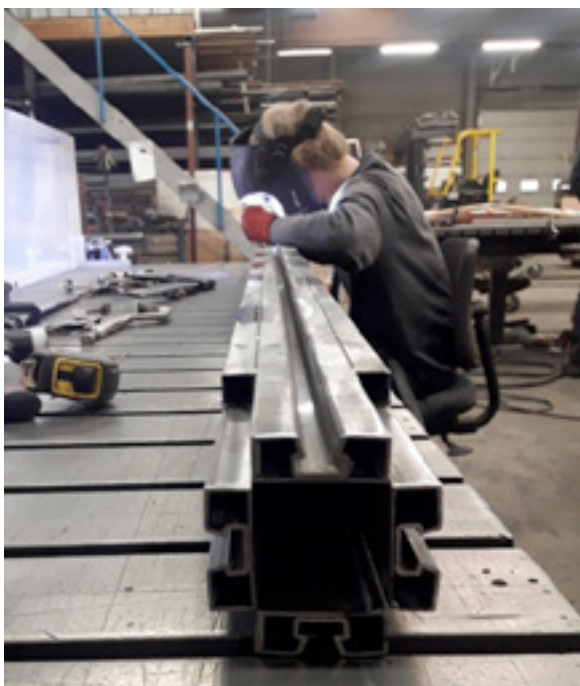
Isolatie van lisdodde. Bron: Bouwgroep Dijkstra Draisma

Groep: 'Architecten moeten leren, de juiste materialen te kiezen en samenwerkingsketens op te bouwen om te zorgen dat de materialen ook toegepast kunnen worden.' Durmisevic is sceptisch over zo'n focus op bepaalde materialen: 'Dat beperkt de ontwerprijheid. Mits op de juiste wijze toegepast, kunnen ook staal en aluminium duurzame materialen zijn.' Van de Groep spreekt dit tegen en bepleit een 'Trias Materialica', in analogie tot de bekende Trias Energetica:

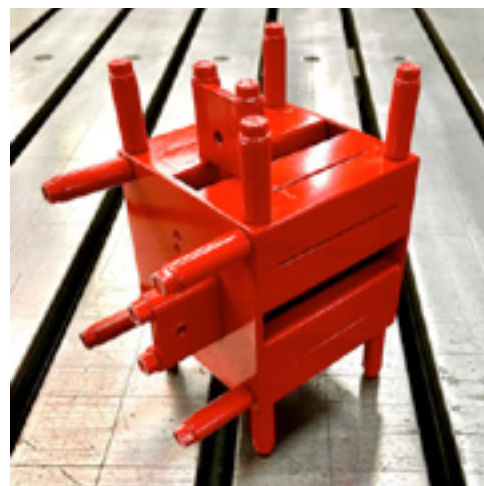
1. Beperk het gebruik van materialen;
2. Maak maximaal gebruik van biobased materialen;
3. Maak zo efficiënt mogelijk gebruik van overige materialen als het echt niet anders kan.

Praktijk 2: Interfaces en componenten

Door het ontwerpen van gestandaardiseerde 'interfaces' ontstaat de mogelijkheid om gebouwcomponenten flexibel in te zetten. Een belangrijke voorwaarde voor circulair bouwen, stelt Durmisevic. 'Zoals bij de USB stekker, die aan de telefoon én de laptop past.' Om deze ontwikkeling ook in de bouw te stimuleren, heeft Durmisevic een profiel als 'interface' ontwikkeld, waarmee diverse bouwcomponenten met elkaar verbonden kunnen worden. Dit profiel kan bovendien variabel – als kolom, drager of raamdorpel – gebruikt worden. Naast uitwisselbaarheid en variabel gebruik bevordert dit systeem



Interfaces en componenten. Bron: 4D Architects



ook een derde aspect: 'Toen men tijdens de wederopbouw bezig was met de gestandaardiseerde woningbouw heeft men een denkfout gemaakt. De bouwproductiviteit steeg dan wel, maar de gestandaardiseerde schil paste snel niet meer bij het veranderende leven van mensen.' Anders gezegd: gebouwen moeten zich kunnen aanpassen aan de dynamiek van het leven. Een demonteerbaar gebouw kan deze dynamiek faciliteren. Maar hoe bereik je demonteerbaar-

heid? Door te stoppen met het maken van permanente, letterlijk en figuurlijk ‘in beton gestorte’ verbindingen, maar ‘droge’, makkelijk uit elkaar te halen knopen in de bouw te introduceren. ‘Demontabel of omkeerbaar bouwen is niet alleen dynamisch, maar ook circulair.’ ‘Zo’n specifiek profiel is het product van maar één leverancier’, werpt Van de Groep in, ‘Dit zie ik als industrialisatie oude stijl. Je moet juist iets ontwerpen waarmee *vele* leveranciers aan de slag kunnen. Oriënteer je op oplossingen zoals in de automobielbranche, waar de productie juist zo is ingericht, dat componenten van toeleveranciers met slechts kleine modificaties kunnen worden ingepast. Of kijk naar de meubelindustrie: daar worden losse componenten van producten plat verpakt verkocht – *flat packaging* – om het vervoer te vergemakkelijken. Wat zou dit principe voor de bouw betekenen?’

Praktijk 3: Ruimtelijke omkeerbaarheid en aanpasbaarheid

‘Mij gaat het bij het nadenken over omkeerbaar bouwen en circulariteit vooral om *spatial reversibility*’, zegt Durmisevic: ‘Hoe ruimtelijke omkeerbaarheid werkt, zie je bijvoorbeeld aan historische grachtenpanden. Dat zijn gebouwen die door de eeuwen heen door hun constructie en hun opzet aanpasbaar bleken te zijn en die steeds weer anders gebruikt worden. Van dit soort historisch en cultureel gegroeide principes moeten we leren. Slopen is een ontwerpfout.’

Praktijk 4: Re-use door circulair materiaalgebruik

Maar er zijn ook bestaande gebouwen die door omstandigheden als bevolkingskrimp niet meer bruikbaar zijn. ‘In het circulaire woningbouwproject SUPERLOCAL in Kerkrade hebben we onderzocht, hoe onderdelen van bestaande flatgebouwen hergebruikt kunnen worden voor nieuwe (expo)



Hergebruik van delen van een bestaand flatgebouw in Kerkrade in expowoningen. Bron: Elma Durmisevic

Hergebruik van delen van een bestaand flatgebouw in Kerkrade in expowoningen. Bron: 4D Architects





Grachtenpanden zijn ruimtelijk omkeerbaar. Ze faciliteren diverse gebruiksmogelijkheden zonder grote bouwkundige veranderingen. Bron: 4D Architects

woningen”, vertelt Durmisevic. ‘We hebben meerdere principes bedacht en tijdens de bouwfase getest. Voor de eerste expowoning werd een “3D-unit” bestaande uit plafond, vloer, wanden en kozijnen van een flat uit het bestaande casco gezaagd en met een kraan eruit gehesen. Bij een tweede experiment werd getest hoe losse componenten zoals wanden en vloeren kunnen worden hergebruikt. Voor de derde expowoning werden delen van het betoncascos van het flatgebouw vermalen en hergebruikt als recyclebeton voor nieuwe wanden en gevels.’ Nog zijn dit soort experimenten te duur om met nieuwbouw te kunnen concurreren. Dat ligt ook aan het feit dat over hergebruikte producten en materialen btw wordt geheven, nota bene voor producten waar al eens btw over is betaald. Van de Groep: ‘Zo zie je weer dat innovatie nooit alleen technische innovatie kan zijn. Zonder – in dit geval – fiscale innovatie kom je nergens.’

het hele dakvlak één energieleverende en -regulerende module kunnen zijn. Voor het [Rijksoverheidspaviljoen voor de Floriade 2022](#) is onderzoek gedaan naar modulaire maatvoering. Digitalisering is daarbij een essentieel hulpmiddel. ‘Modulair bouwen gaat hand in hand met parametrisch ontwerpen. De doorontwikkeling van de software voor parametrisch modelleren betekent trouwens dat uiterst gevarieerd produceren en bouwen mogelijk wordt. Daarmee is de eentonige bouwproductie verleden tijd.’ Ook een kamer of verdiepingsdeel kan een module zijn. Door diverse combinaties van zo’n ruimtelijke module ontstaat een [afwisselend stedenbouwkundig ensemble](#). ‘Net als hele gebouwen kunnen ook de modules reversibel, of omkeerbaar, zijn’, legt Durmisevic uit. ‘De door ons ontworpen [circulaire modules](#) zelf bestaan weer uit losse, transformeerbare componenten. Via de “interfaces” kunnen deze componenten variabel gebruikt wor-

Praktijk 5: Modules

Hoe kun je modules inzetten voor innovatieve industrialisatie? Van de Groep: ‘Modules zijn er van verschillende soorten en maten.’ De bouwkundig geïntegreerde [Energimodule woningbouw](#) waar Van de Groep aan mee heeft gewerkt, combineert voorzieningen voor verwarming, warm water en ventilatie in één element. ‘Alleen de juiste uitsparing in het dak moet aanwezig zijn.’ In de toekomst zou



Energimodule (geproduceerd door Factory Zero).
Bron: Jan Willen van de Groep

den. Het principe van uitwisselbaarheid en demonteerbaarheid zit dus in *beide* schaal-niveaus.' Van de Groep: 'Hebben we eigenlijk nog aannemers nodig, wanneer we op deze manier naar de bouw kijken?'

Praktijk 6: Drager en inbouw

Deze praktijk is schatplichtig aan de ideeën van John Habraken en Age van Randen, en herleven in de laatste jaren in het Open Building-concept. Gebouwdelen worden gedefinieerd als dragers (constructieve elementen) of inbouw (binnenwanden en installaties). Centraal uitgangspunt is de verschillende levensduur van gebouwdelen. Door de inbouwelementen eenvoudig vervangbaar te maken, blijft het constructieve gedeelte zelf langer bruikbaar. Durmisevic: 'Natuurlijk voel ik verwantschap met deze ideeën. Interessant is trouwens de vraag, waar je precies de grens legt tussen drager en inbouw. Want die vraag gaat er ook over wie invloed en zeggenschap over welk onderdeel heeft. Trouwens, om Open Building nog circulaire te maken, zou je een extra laag kunnen introduceren: de verantwoordelijkheid van de industrie voor hun producten. Dan worden gebouwdelen niet langer gekocht, maar geleased. De producent blijft verantwoordelijk.' Van de Groep: 'Hier schuilt wel een valkuil. Gebouwen bestaan tachtig of honderd jaar, het gemiddelde bedrijf bestaat maar vijftien jaar. Heel makkelijk dus om te beloven dat je je product terugneemt. Grote kans dat je dan als bedrijf allang niet meer bestaat.' Zinvoller zou volgens hem het produceren van kwalitatief hoogwaardige producten zijn die niet vervangen hoeven te worden. 'Of voer een verplicht materiaalpaspoort in, zodat dat men ook als de producent niet meer bestaat weet, welke grondstoffen in het product zitten', zegt Van de Groep en waarschuwt: 'Maar de overheid moet de database van de materiaalpaspoorten beheeren, niet de marktpartijen.' Deze opmerking raakt aan een principiële vraag: moeten de vandaag besproken urgente en verreikende kwesties door de overheid aangejaagd en gecoördineerd worden? Of moet je het hebben van zo effectief mogelijk samenwerkende innovatoren uit het bedrijfsleven? Beide experts neigen naar de eerste weg.

Ontwerpprincipes

Durmisevic onderscheidt twee ontwerp-principes die ze binnen het initiatief Buildings as Material Banks heeft uitgewerkt, en die inmiddels onderdeel zijn van de EU-richtlijnen voor circulair ontwerp. De een draait om adaptiviteit door *ruimtelijke* omkeerbaarheid: de capaciteit van ruimten om verschillende functies te faciliteren zonder dat dit leidt tot grote verbouwingen, sloop en verlies van materiaal (beschreven onder praktijk 3). Het tweede principe zet in op *technische* omkeerbaarheid, dus op flexibiliteit door demonteerbaarheid en droog bouwen (praktijk 2, 4, 5 en 6). Van de Groep: 'Ik zie drie ontwikkelsporen voor de toekomst van de bouw: modulebouw, flat packs en bouwen met gestandaardiseerde



De drie ontwikkelsporen van industrialisatie anno 2021 volgens Jan Willem van de Groep

componenten. Dit soort denklijnen zouden veel diepgaander op de universiteit geleerd moeten worden. Wat zijn de voor- en nadelen van dit soort ontwerpprincipes en productieprocessen? En hoe wordt de noodzakelijke opschaling gerealiseerd?’

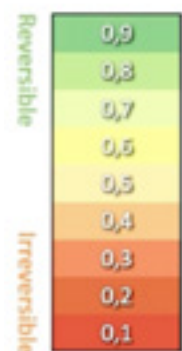
Toekomstperspectieven

Wat zijn de condities voor innovatieve industrialisatie? Hoe krijg je bijvoorbeeld business cases sluitend? Durmisevic: ‘In traditionele haalbaarheidsstudies bestaat de kostenkant uit arbeid en materiaal. Maar je zou ook het CO₂-gebruik mee moeten rekenen. Dan wordt de transitie van de bouw ook financieel aantrekkelijker. De manier waarop business cases worden opgezet, moet ingrijpend veranderen.’ Van de Groep: ‘Je kunt kosten reduceren door in te zetten op lokale biobased materialen. De CO₂ opslag in materialen en gebouwen kun je al kwantificeren, de rekenmethode volgens de Construction Stored Carbon helpt hierbij.’ Door ‘Reversible BIM’ - software die helpt gebouwdelen te identificeren voor hergebruik, kunnen materialen beter gerecycled en daardoor goedkoper worden, verwacht Durmisevic. ‘Wat betekent trouwens “duur”? Eigenlijk moet je constateren dat de traditionele bouw juist te goedkoop is om-

dat we de resulterende ecologische schade nooit meerekenen. Wat algemener geformuleerd: geld is niet het probleem, het gaat om politieke keuzes, waaraan het geld wordt besteed. Dit moet echt anders.’

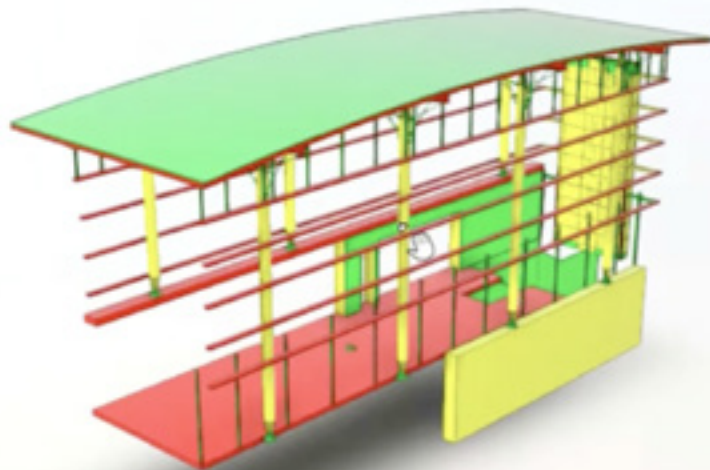
Beide experts zijn het erover eens dat de baten van innovatie en industrialisatie niet vooral tegoed mogen komen aan marktpartijen, zoals nu het geval is. De nieuwe technieken en organisatiemodellen zouden de democratisering van de bouw moeten bevorderen, en juist de gebruikers moeten er veel meer van profiteren. Durmisevic: ‘Er moet een centrale helpdesk komen voor vragen over industrialisatie. Tot nu toe ontbreekt kennis bij ontwerpers en instanties. Maar let op: het moet wel een onafhankelijke helpdesk zijn.’ Van de Groep: ‘En we mogen het lobbyen in Den Haag niet overlaten aan de traditionele bouwers. Het is tijd voor een lobby van de koplopers.’

BUILDING REUSE POTENTIAL



Reversible
BIM

Reuse Potential
Tool



De 'Reversible BIM'-tool ontwikkeld door Elma Durmisevic maakt inzichtelijk welke gebouwdelen makkelijk vervangen of hergebruikt kunnen worden.
Bron: 4D Architects

Praktische leestips innovatieve industrialisatie:

Strategieën van circulariteit: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/circulaire-economie/r-ladder>

Elma Durmisevic, [Reversible-Building-Design-guidelines-and-protocol.pdf \(bamb2020.eu\)](#), 2019

- **Biobased materialen**

hout, vlas, bermgras, hennep, lisdodde, zonnekroon, bamboe, miscanthus (zilvergras). Verder producten uit reststromen, bijvoorbeeld uit de tuinbouw

- **Interfaces en componenten**

European Commission, Circular Economy - Principles for Building Design, EU publication, Created by GROW. DDG1.C.4, Brussel 2020 ([DocsRoom - European Commission \(europa.eu\)](#))

- **Ruimtelijke omkeerbaarheid**

Ruurd Roorda, Bas Kegge, Vitale Architectuur. Gereedschap voor levensduur, NAI010 uitgevers 2016

Elma Durmisevic, Design Strategies for reversible Buildings, EU BAMB publication [Reversible-Building-Design-Strategies.pdf \(bamb2020.eu\)](#), 2019

- **Rekenmethodes**

In materialen opgenomen energie: [material embodied energy Construction Stored Carbon](#)