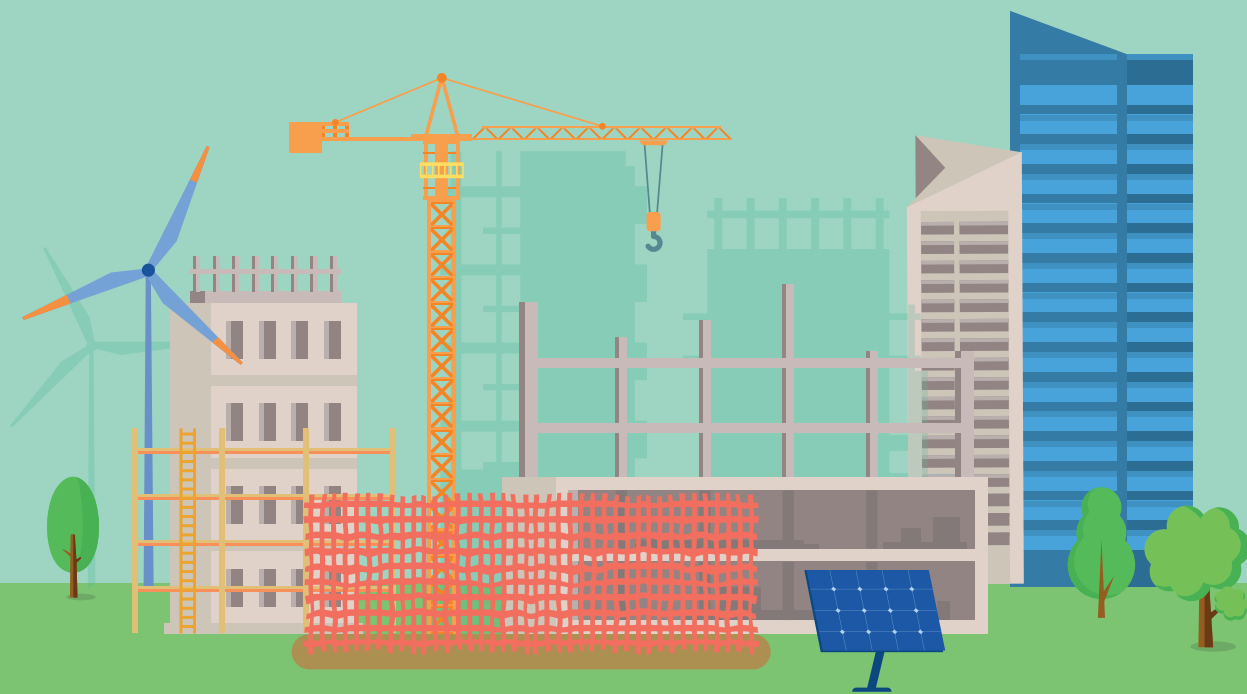


CIRCULAIRE ENERGIETRANSITIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING

Verkenning voor woongebieden



COLOFON

MAKERS

Mieke Oostra, Hogeschool Utrecht

Mieke Oostra werkt als lector Nieuwe Energie in de Stad bij Hogeschool Utrecht, thematrekker Circulaire en Energieneutrale Gebieden van het Centre of Expertise Smart Sustainable Cities en voorzitter van het lectorenplatform Urban Energy.

Enpuls

Enpuls is een jonge, onafhankelijke organisatie van visionairs, businessdenkers en conceptontwikkelaars, die zich richten op versnelling van de energietransitie. We kijken naar de toekomst, zien kansen en helpen om energieambities waar te maken. In dit rapport verkennen we de kansen om de uitdagingen binnen de energietransitie, circulaire economie, en gebouwde omgeving aan elkaar te koppelen.

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	4	4.2.1 Opgave & omgeving.....	17
1.1 leeswijzer	4	4.2.2 Het samenstellen van een circulaire ontwerpstrategie	17
1.2 Waarom circulair?	4	4.3 Tips voor ondernemers	17
2. Wat is circulariteit?	5	4.3.1 Stakeholders	17
2.1 Van lineaire naar circulaire economie	5	4.3.2 Nadenken over nieuwe businessmodellen	17
2.1.1 Biologische kringlopen	5	4.3.3 Product-as-a-Service (PaaS)	17
2.1.2 Technische kringlopen	6	4.3.4 Pay-per-use	17
2.1.3 Kringlopen sluiten	7	4.3.5 Sharing Platforms	18
3. Verkenning van de opgave van de energietransitie in de gebouwde omgeving	10	4.3.6 Eco-leasing	18
3.1 Omvang van de energietransitieopgave	10	4.3.7 Keten & werken aan vertrouwen	18
3.2 Oplossingen en materialen voor de energietransitie	10	5. En nu...?	18
3.2.1 Materialen voor reductie van energievraag	11	5.1 De achteruitkijkspiegel	18
3.2.2 Materialen voor energieopwekking	11	5.2 Dromen en future probing	19
3.3 Beschrijving van samenhang circulariteit en de energietransitie	11	5.3 Tot slot	20
3.4 Wat betekent dat voor een circulaire energie neutrale gebouwde omgeving?	13	6. Referenties	21
3.4.1 Materiaalverbruik verminderen	13	7. Bijlagen	28
3.4.2 Hergebruik van materialen en producten	14	7.1 Ontwikkeling van duurzaamheid door de jaren heen	28
3.4.3 Waardevermindering voorkomen	15	7.2 Inspirerende voorbeelden	35
3.4.4 Waarde toevoegen	15	Tijdelijke Rechtbank	35
3.5 Manieren om circulariteit van de energietransitie te verbeteren	16	Buitenplaats Brienenoord	36
4. Tips	16	Patch22	36
4.1 Tips voor opdrachtgevers	16	Solids	37
4.1.1 Accentverschuiving van nieuwbouw naar renovatie	16	Stadstuin Overtoom	38
4.1.2 Vergroot de scope van initiële kosten via levenscyclusdenken naar maatschappelijke waarde	16	Resource Rows	39
4.1.3 Circulair inkopen	16	Superlocal	40
4.2 Tips voor ontwerpers	17	Osterwold	40
		7.3 Materiaalhergebruik – elementaire begrippen	42
		7.4 energietransitie – elementaire begrippen	43
		8. Infographic	44

1. INLEIDING

Nederland heeft, in Europees verband en via de afspraken in Parijs (2015) ook wereldwijd, ambitieuze doelen gesteld om de opwarming van de aarde te beperken tot 2, liefst 1,5 graden Celsius. De verduurzaming van de gebouwde omgeving in het kader van de energietransitie moet hierin een aanzienlijke bijdrage leveren.

Nederland heeft aan die doelstelling een extra opgave gekoppeld. Door steeds vaker voorkomende en zwaardere aardbevingen in Groningen als gevolg van de aardgaswinning, moet winning uit het Groningerveld in 2022 teruggebracht zijn naar nul (EZ 2019). De doelen van de energietransitie en uitfasering van het aardgas zijn in Nederland verknoot. In het Klimaatakkoord is daarom opgenomen dat er uiterlijk in 2030 1,5 miljoen woningen aardgasvrij zijn (Rijksoverheid 2019); een grote nationale verbouwing waarmee velerlei partijen drukdoende zijn. Om dit te kunnen realiseren, werken we op gebouwniveau aan stapsgewijze no-regretaanpakken en ontwikkelen we integrale industriële renovatiearrangementen die deze oplossingen betaalbarer en op grote schaal beschikbaar maken. Daarnaast experimenteren we met processen waarmee we deze transformatie op wijkniveau kunnen ondersteunen.

Een belangrijk doel in het verduurzamen van de gebouwde omgeving is de omvorming van onze huidige lineaire tot een circulaire economie (Transitieteam CBE 2018). De ambitie van het rijksbrede programma voor een circulaire economie (Rijksoverheid 2016) is om in 2030 de helft en in 2050 100% van alle afvalstromen omgebogen te hebben tot secundaire grondstofstromen.

Door de omvang en impact van de energieneutrale- en aardgasloze opgaven dient de vraag zich aan hoe de opgave van de energietransitie zich verhoudt tot de ambities van een circulaire aanpak van bestaande woningen. Deze publicatie dient dan ook als verkenning van de driehoek circulaire economie, gebouwde omgeving en energietransitie. Eerst

schetsen we de omvang van de circulaire opgave. Vervolgens staan we stil bij de gebouwde omgeving en dan meer specifiek bij woongebieden en het transformeren van bestaande woonwijken en woningen. Wat betekent het als we de doelstellingen van energieneutraal, aardgasloos en circulair niet vervlechten in de renovatieopgave van de bestaande bouw? Versterken de doelstellingen elkaar per definitie in de CO₂-reductie of zijn er punten die speciale aandacht vragen?

1.1 LEESWIJZER

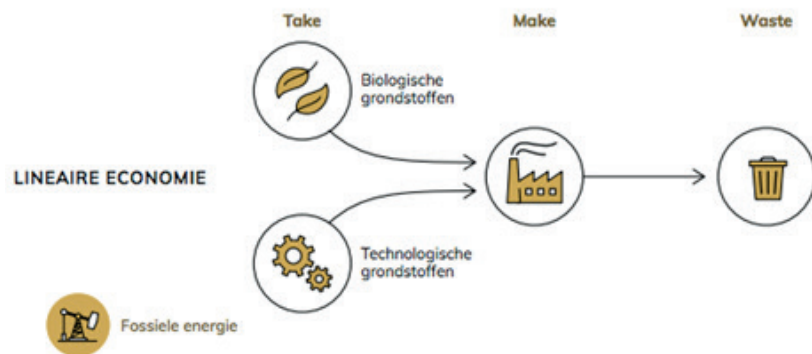
Hoofdstuk 2 gaat over de betekenis van circulariteit. Hoofdstuk 3 schetst de context van de opgave van de energietransitie in de gebouwde omgeving. We kijken vanuit het perspectief van de professional naar bestaande en nieuw te bouwen woningen, zowel in eigendom van woningcorporaties als van particulieren, in zowel stedelijk als ruraal gebied. Hoofdstuk 4 gaat over de vraag wat het betekent om deze woningen circulair te maken. In hoofdstuk 5 geven we mogelijke vervolgstappen.

Met de voorbeelden in de bijlagen laten we niet te veel de grote prestigieuze projecten zien, maar juist de projecten die helpen bij de beeldvorming van een mogelijke circulaire toekomst met betrekking tot de woningbouw.

1.2 WAAROM CIRCULAIR BOUWEN

Circulariteit past in de decennialange ambitie om de gebouwde omgeving en bouwsector te verduurzamen. Wil je meer weten over de ontwikkeling van duurzaamheid door de jaren heen? lees dan het stuk: Waarom circulaire bouwen in bijlage 7.1.

2. WAT IS CIRCULARITEIT?



Figuur 1 – Lineaire economie (Transitieteam CBE 2020).

2.1 VAN LINEAIRE NAAR CIRCULAIRE ECONOMIE

Het basismodel van de economie is lineair; het loopt van grondstofwinning via productie en gebruik naar weggooien of verbranden (take, make & waste). Vanwege afname van beschikbare primaire grondstoffen, de stijgende behoefte aan grondstoffen en de toenemende milieuschade en afvalstromen, zoeken we naar manieren om het huidige economische model naar een circulaire economie vorm te upgraden, en dit verder uit te werken voor de gebouwde omgeving. De Ellen McArthur Foundation (2013), volgens velen richtinggevend op het gebied van circulair denken, stelt dat een circulaire economie herstellend en regeneratief van opzet is en als doel heeft producten, componenten en materialen te allen tijde hun hoogste nut en waarde te laten houden. De Ellen McArthur Foundation maakt onderscheid tussen kringlopen van ‘technische’ en ‘biologische’ materialen. De definitie van circulair bouwen, zoals vastgesteld door het Transitieteam Circulaire Bouweconomie (2018), is als volgt:

Circulair bouwen is het 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.

Circulair bouwen is dus idealiter een manier van bouwen waarin op verschillende schaalniveaus en in alle fasen:

- Hergebruik van onderdelen en materialen op het hoogst mogelijke niveau wordt gemaximaliseerd;
- Het totale materiaalgebruik wordt geminimaliseerd;
- Waardevermindering wordt voorkomen;
- En waardecreatie wordt gemaximaliseerd.

Vaak worden deze doelstellingen in het kader van de circulaire economie gekoppeld aan andere maatschappelijke opgaven, bijvoorbeeld het tegengaan van uitputting van landbouwgronden, afnemende biodiversiteit, tekorten die door vraag uit de ontwikkelde landen ontstaan in andere delen van de wereld, of de ambitie om de arbeidsvoorwaarden en sociale omstandigheden van werknemers te verbeteren, of de eigen lokale economie een impuls te geven (Oostra, 2020).

2.1.1 Biologische kringlopen

In navolging van de natuur gebruiken wij in onze economie allerlei natuurlijke nutriënten. Die kunnen makkelijk worden opgenomen in ecologische kringlopen en deel uitmaken van de natuur en vervolgens een tijdlang onderdeel zijn van de gebouwde omgeving. In dit kader wordt gesproken over de bio-economie.

Over het algemeen hebben biologische materialen minder milieu-impact, maar pas op:

- Er wordt in het kader van de bio-economie veelal verondersteld dat alle biologische materialen op de een of andere manier herbruikbaar zijn. Een bio-economie is echter niet noodzakelijkerwijs op kringlopen gebaseerd, maar duidt er vooral op dat men materialen van biologische oorsprong wil gebruiken.
- De biologische herkomst van materialen zegt niets over de volledige samenstelling van het product als geheel. Zo is een houten kozijn dat verlijmd en geschilderd is bio-based, maar wat is de milieu-impact van

de lijm en de coating? En wat betekent dit voor het hergebruik van de onderdelen?

- Bio-based zegt niks over de afwegingen die gemaakt zijn met betrekking tot de milieu-implicaties in de productie en belangen van andere bevolkingsgroepen. Zo hadden op hetzelfde land ook biologische voedselproducten kunnen worden verbouwd. Een andere vraag is hoeveel milieuschade de productie met zich meebrengt.
- Bio-based zegt ook niets over de biologische afbreekbaarheid van een product. Zo is Bio-PE, een polyethyleen op basis van rietsuiker een polyethyleen als elk ander en dus niet biologisch afbreekbaar, maar wel technisch recyclebaar (Chen e.a. 2012).
- Bio-based zegt ten slotte ook niets over hoe realistisch hergebruik van de grondstof is. Papier is bio-based, maar als je een boom van twintig jaar kapt om er papier van te maken dat in een jaar tijd drie keer gerecycled wordt en daarna verbrand, ben je nog altijd grondstoffen en vruchtbare bodem aan het uitputten (Tatoutchoup 2016).

2.1.2 Technische kringlopen

De technische, anorganische of niet-hernieuwbare materialen vormen hun eigen kringlopen. Wanneer materialen als zand, ijzer en aluminium uit de aardkorst komen, de zogenaamde lithosfeer, maken ze ook kringlopen door. Deze kringlopen kunnen wel miljoenen of miljard jaren beslaan. Problematisch wordt het als we stoffen die we zelf gemaakt hebben, zoals plastics, laten mengen met biologische kringlopen. Veel plasticsoorten zijn niet goed recyclebaar en vallen uit elkaar tot microplastics. Vervolgens mengen ze zich op allerlei manieren in ecologische kringlopen (Oostra 2019).

Staal

Staal is, zonder verlies van kwaliteit, voor 100% recyclebaar. Wereldwijd wordt 30% van het staal uit schroot geproduceerd. Het recyclen van staal bespaart per ton gerecycled staal zo'n 70% energie. Het is ook goedkoper dan de inzet van alleen ijzererts. Bij Tata Steel in IJmuiden worden per ton

gerecycled staal een halve ton kolen en anderhalve ton erts bespaard. De CO₂-uitstoot en het waterverbruik liggen respectievelijk 75% en 40% lager (Duurzaam Bedrijfsleven 2016).

Van al het staal dat in Europa wordt gebruikt, wordt gemiddeld 56% via EAF vervaardigd. Bij het EAF-procedé wordt 100% schroot gebruikt (Bouwend Nederland 2019). Op dit moment is er echter niet voldoende schroot voorhanden om te voldoen aan de Europese vraag naar staal, omdat een groot deel van het schroot uit de EU naar Azië wordt verscheept (Eurostat 2020).



Figuur 2 – Export en import van afval van en naar Europa 2019 (Eurostat).

Beton

De verwerking van beton gaat gepaard met relatief veel CO₂-uitstoot. Betonpuin wordt steeds meer hergebruikt. Betongranulaatpercentages boven 30% van de toeslagmaterialen zijn tegenwoordig onder bepaalde voorwaarden toegestaan, maar kunnen, afhankelijk van de toepassing, ook negatieve effecten hebben op de levensduur of het milieuprofiel door een hogere cementbehoefte. Daarom gaat de voorkeur in de praktijk uit naar optimalisatie in plaats van maximalisatie van gebruik van betongranulaat (Bouwend Nederland 2019).

Bakstenen

Het grootste obstakel voor hergebruik van hele baksteen vormen hedendaagse mortels op cementbasis. Het cement is zo sterk dat de bakstenen beschadigd raken bij het schoonmaken van de steen. Hergebruik is mogelijk bij mortelvrije bakstenen zoals ClickBrick, maar daarvan zijn er nog niet zoveel in omloop. En omdat ze relatief nieuw zijn, is renovatie of hergebruik nog weinig aan de orde.

Kunststoffen

Kunststoffen kunnen op productniveau hergebruikt worden, bijvoorbeeld in de vorm van een kozijn of pvc-buis. Plastic vormt echter vaak een probleem bij het sluiten van kringlopen op materiaalniveau. Van de 29 miljoen ton plastic afval dat in 2018 in de EU werd ingezameld, werd minder dan een derde gerecycled (Eurostat). Ongeveer een kwart ging naar stortplaatsen en ongeveer 43% werd verbrand (PlasticsEurope 2019). Steeds meer experts zetten vraagtekens bij het beeld dat recycling het plasticprobleem gaat oplossen (Politico 2020)¹. Zij signaleren een aantal fundamentele problemen rondom de recycling van kunststoffen waardoor zij pleiten voor een forse reductie van het totale plasticgebruik en het beperken tot een aantal specifieke soorten plastic:

- Van de zeven belangrijkste soorten kunststoffen worden er vijf bijna nooit gerecycled omdat het proces te duur en te gecompliceerd is.
- Deze vijf soorten kunststoffen – polyvinylchloride, polyethyleen met lage dichtheid, polypropyleen, polystyreen en polycarbonaten – bevatten vaak gifstoffen, kankerverwekkende stoffen en andere verontreinigende stoffen (Zimmerman e.a. 2019).
- Hoewel moderne technologieën de recyclekosten aanzienlijk hebben verlaagd, is de hoeveelheid arbeid en apparatuur die bij deze taak betrokken is nog steeds aanzienlijk. De plasticindustrie zet nu in op chemische recycling, maar het is onduidelijk of dit leidt tot economische

¹ Er zijn eerder tekenen dat er niet direct uitzicht is op wereldwijd grootschalig hergebruik van plastics. De vraag naar gerecyclede plastics in Europa is slechts 6% en dalende omdat primaire grondstoffen in prijs zijn gedaald (EC 2017). China weigert sinds 2018 nog langer plasticafval uit de EU te importeren (Eurostat 2020). Van de wereldwijd geproduceerde plastics is tot nu toe slechts 10% gerecycled (Customer Reports 2020).

en milieuvriendelijke oplossingen.

- Het lijkt erop dat consumenten door het goede gevoel dat recycling oproept, meer plastic gebruiken dan noodzakelijk. Op basis van die bevindingen raden de onderzoekers aan voorzichtig te zijn bij de promotie van recycling van plastic (Sun & Trudel 2016).

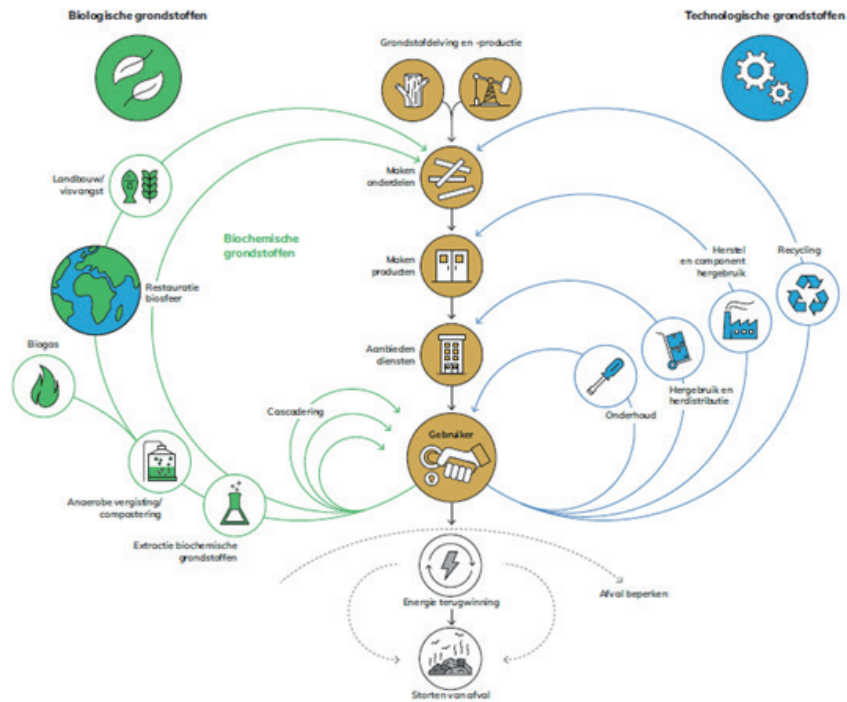
2.1.3 Kringlopen sluiten

Globaal gezien worden de kringlopen op termijn door de natuur altijd gesloten, ook al duurt het een miljoen jaar. Historisch gezien is het kringloopdenken altijd de basis geweest van onze maatschappij. In feite hebben onze samenlevingen eeuwenlang, net als alle andere diersoorten op aarde, deel uitgemaakt van ecologische kringlopen². De kunst is nu om alle natuurvreemde stoffen, productie- en afvalverwerkingsprocessen zo om te vormen dat ons handelen beter gaat passen in de natuurlijke kringlopen.

Er zijn mensen die ervoor pleiten om meteen maar alles met een circulair economische blik te bezien; niet alleen grondstoffen en kapitaal maar ook land, arbeid, gereedschappen, technologie en gebouwen. De term economie refereert immers naar efficiënt gebruik van schaars kapitaal, in enge zin vooral opgevat als financieel kapitaal.

Redenerend vanuit een beeld van goed rentmeesterschap zou je moeten werken met de rente van de verschillende kapitaalstromen om jezelf en anderen na jou van een goede toekomst te verzekeren. Dat betekent in ieder geval niet interen op het totale kapitaal, maar dit juist laten groeien.

² Vaak ook maar deels. Tekort aan hout voor de mijnbouw is de aanleiding geweest voor de Saksische mijnwerkersbaas Von Carlowitz om in 1713 *Sylvicultura Oeconomica* te schrijven, over hoe economisch om te gaan met hout en bosbouw. Deze publicatie wordt gezien als het begin van het denken over duurzaamheid (Radkau ea 1987).



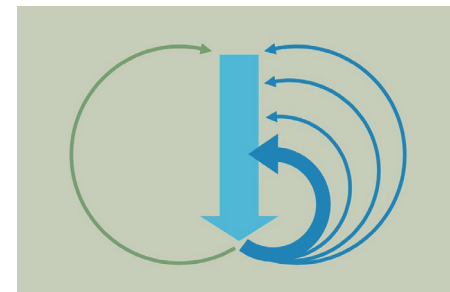
Figuur 3 – Het vlindermodel van de Ellen McArthur Foundation (2014).

De bovenstaande figuur van de Ellen McArthur Foundation is de icoon geworden van de circulaire economie. De twee ‘vleugels’ laten zien dat er twee materiaalcycli zijn, een technische en een biologische. De figuur illustreert hoe producten samengesteld uit technologische of biologische nutriënten elk op hun eigen manier door het economische systeem lopen (EMF 2014).

Het is zaak om de producten zo veel mogelijk voor allerlei toepassingen te gebruiken voordat de waardevolle grondstoffen worden teruggewonnen en uiteindelijk opnieuw worden ingezet of aan de biosfeer worden teruggegeven. De figuur toont daarom verschillende mogelijkheden voor circulaire aanpakken, bijvoorbeeld hergebruik versus herfabricage versus recycling. Voor verschillende producten, componenten of soorten materiaal afzonderlijk zal bekeken moeten

worden wat passend is, ook gezien de herkomst of specifieke karakteristieken van de (wereldwijde) toeleveringsketen. In basis zijn er vier simpele handreikingen die de circulaire waardecreatie helpen vergroten (EMF 2014):

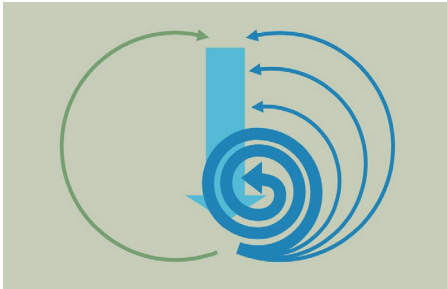
1. Kies zo veel mogelijk voor de binnenste cirkel: hoe dichter de cirkels, hoe groter de besparing met betrekking tot de ingebedde kosten in termen van materiaal, arbeid, energie, kapitaal en de bijbehorende externaliteiten, zoals broeikasgasemissies, water of giftige stoffen (figuur 4). Wanneer de kosten voor het verzamelen, opnieuw verwerken en terug in de kringloop brengen van het product, onderdeel of materiaal in de economie lager zijn dan het lineair alternatief, is het opzetten van een circulair productsysteem economisch zinvol. Met stijgende grondstofprijzen en hogere behandelingskosten aan het einde van de levenscyclus, wordt dit alleen maar aantrekkelijker. Het kan ook voordelig zijn om als first mover een dergelijke omgekeerde cyclus op te zetten omdat je dan als eerste kunt profiteren van de vermeden kosten en een belangrijke positie kunt veroveren bij de intake van secundaire grondstoffen.



Figuur 4 – Kies als het kan voor de binnenste cirkel (EMF 2014).

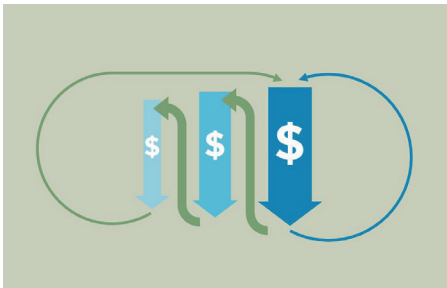
2. Hou producten, componenten en materialen zo lang mogelijk in gebruik: laat producten, componenten en materialen meerdere opeenvolgende cycli doorlopen (bijvoorbeeld door de motor van een wasmachine niet één keer te reviseren maar meerdere keren) of laat producten meer tijd binnen een cyclus doorbrengen (bijvoorbeeld het verlengen van het gebruik van een wasmachine van 1.000 tot 10.000

cycli). Deze verlenging zal de instroom van nieuw materiaal in de sector verminderen. Ook hier maken stijgende grondstofprijzen hergebruik aantrekkelijker. Verhoogde bedrijfs- en onderhoudskosten, en/of verlies van efficiëntieverbeteringen als gevolg van productinnovatie, kunnen dit voordeel echter tenietdoen.



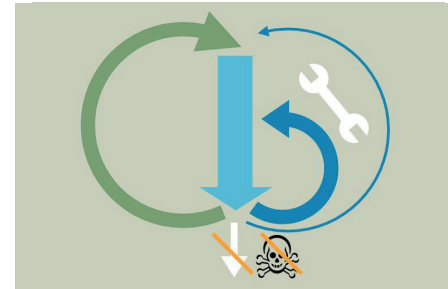
Figuur 5 – Hou producten, componenten en materialen zo lang mogelijk in gebruik (EMF 2014).

3. Cascaderen: zet producten, componenten of materialen achtereenvolgens in voor verschillende toepassingen (figuur 6), waarbij de eerste toepassing de meeste economische waarde vertegenwoordigt. Denk bijvoorbeeld aan het gebruiken van kleding op katoenbasis als vezelvulling voor meubels en later als isolatiemateriaal in gebouwen, voordat het als biologische materiaal weer in de biosfeer wordt gebracht. De economische waarde zit hier in de lagere kosten van hergebruik ten opzichte van de instroom van nieuw materiaal en de daarmee gepaard gaande extra kosten voor arbeid en energie.



Figuur 6 – Cascaderen (EMF 2014).

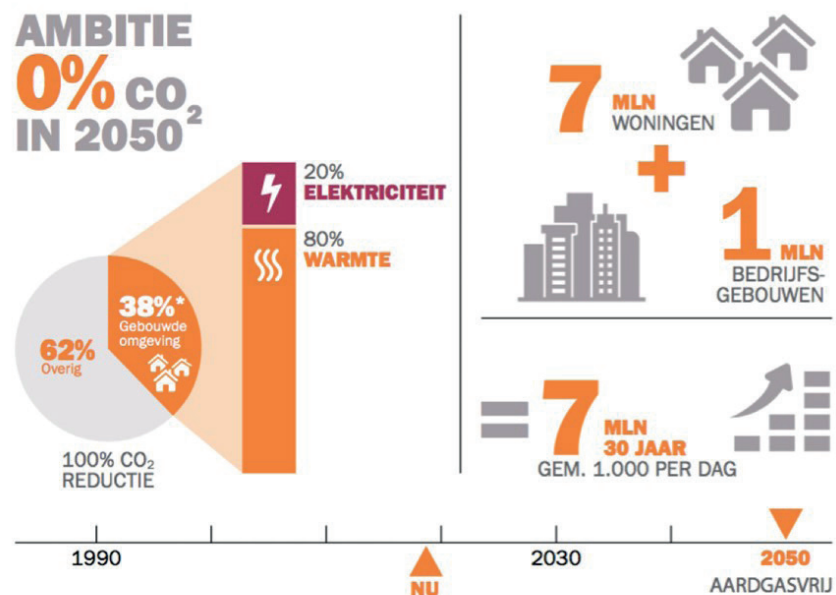
4. Gebruik zuivere materialen zonder giftige toeslagmaterialen, of gebruik combinaties van materialen die op zijn minst gemakkelijk te scheiden zijn: momenteel komen bij inzamelingen veel materiaalstromen samen. Door het inzamelproces en het ontwerp van producten te veranderen zijn schaalvoordelen en efficiëntieverbeteringen bereikbaar. Deze verbeteringen zullen zich vertalen in verlaging van de kosten van de omgekeerde cyclus. Ook kan het elimineren van giftige materialen andere meetbare voordelen opleveren.



Figuur 7 – Gebruik zuivere materialen zonder giftige toeslagmaterialen (EMF 2014).

3. VERKENNING OPGAVE CIRCULAIRE ENERGIETRANSITIE VAN DE GEBOUWDE OMGEVING

Om een indruk te krijgen van de opgave van het circulair maken van de energietransitie in de gebouwde omgeving is het van belang eerst een beeld te krijgen van de omvang. Vervolgens brengen we de oplossingen en de materialen die nodig zijn voor het energiezuinig, energieneutraal of energiepositief maken van gebouwen in kaart, en beschrijven we de omvang en dynamiek van materiaalvoorraden in de gebouwde omgeving, de samenhang tussen energie en grondstofgebruik en, tot slot, richtingen om circulariteit te verbeteren.



*BIDDRAGE GEBOUWDE OMGEVING AAN TOTALE CO₂-EMISSIE IS OP DIT MOMENT 38%.

Figuur 8 – Opgave CO₂-reductie voor de gebouwde omgeving³ (TNO 2018 bijgewerkt naar aanleiding van het Klimaatakkoord 2019).

³ De overige 62% is de energie die we nodig hebben in de rest van de economie. Denk aan industrie, mobiliteit, opwekken van energie etc.

3.1 OMVANG VAN DE ENERGIETRANSITIEOPGAVE

In een tijdsbestek van dertig jaar moet in Nederland de gebouwde omgeving met daarin ruim 7 miljoen woningen en 1 miljoen bedrijfsgebouwen verbouwd worden.

De uitdaging in de gebouwde omgeving zit met name op het gebied van warmtetransitie (figuur 8). Om de warmtevraag terug te brengen moeten we gemiddeld duizend woningen per dag gaan renoveren. Nu wordt in Nederland minder dan 1% van de woningvoorraad jaarlijks vernieuwd (CBS 2014). Het biedt dus geen soelaas om de nieuwbouwnorm te verbeteren en de komende dertig jaar af te wachten. In Nederland is momenteel 50% van de investeringen in de bouw gericht op gedeeltelijke sloop en aanpassing van bestaande gebouwen. 42% van de nieuwbouw gaat om het vervangen van bestaande gebouwen omdat deze niet goed genoeg kunnen worden aangepast aan de eisen en wensen van nu (CBS 2019c).

3.2 OPLOSSINGEN EN MATERIELEN VOOR DE ENERGIETRANSITIE

Voor de energietransitie doen we allerlei ingrepen in de bestaande gebouwde omgeving. Belangrijke stappen zijn isoleren⁴ om de warmtevraag te verminderen en het realiseren van duurzame warmteoplossingen.

Momenteel wordt in de meeste projecten circulariteit nog niet meegenomen. Al naargelang de gekozen maatregelen zal de hoeveelheid materialen die daarvoor nodig is variëren.

Bij de renovatie van woningen vallen de maatregelen grofweg uiteen in twee categorieën: maatregelen gerelateerd aan reductie van de energievraag en materialen voor energieopwekking met behulp van duurzame bronnen.

⁴ Met dergelijke maatregelen kom je al snel in het privé domein van de gebouwgebruikers en hun gedrag. Dan blijkt dat gedrag een relevante factor is in het uiteindelijke energieverbruik (Itard e.a. 2007).

3.2.1 Materialen voor reductie van energievraag

Dit zijn vooral de isolatiematerialen, maar ook de materialen die nodig zijn om deze isolatiematerialen te bevestigen en weg te werken.

3.2.2 Materialen voor energieopwekking

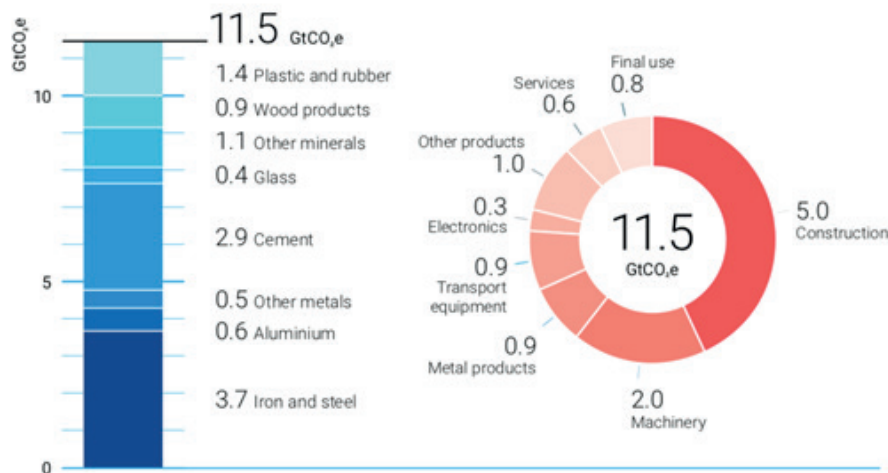
Zonnepanelen leveren voornamelijk een bijdrage aan elektriciteitsopwekking. Dit is echter maar een klein deel van de energievraag. Een warmtepomp of stralingspaneel kan elektriciteit omzetten in warmte. Andere manieren om op duurzame wijze warmte op te wekken zijn zonnecollectoren, bodemwarmte of WKO-installatie. Bij nieuwe zonnepanelen neemt de opbrengst per vierkante meter nog altijd toe. Huidige panelen zullen daarom in de toekomst mogelijk vervangen worden voor efficiëntere. Een eerste faciliteit voor de recycling van zonnepanelen is geopend, en er zijn plannen voor meer (IEA 2020).

3.3 BESCHRIJVING VAN SAMENHANG CIRCULARITEIT EN DE ENERGIETRANSITIE

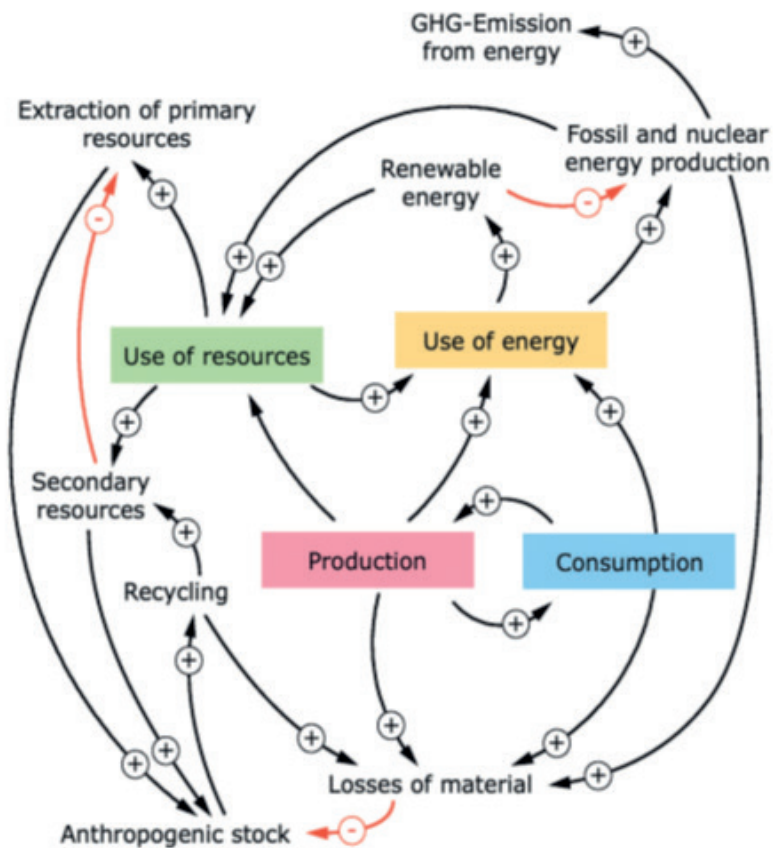
De bouw is verantwoordelijk voor 43,5% van wereldwijde uitstoot van broeikasgassen in relatie tot toepassing van materialen. CO₂-emissies zijn vooral voor rekening voor de toepassing van ijzer, staal en beton (zie figuur 9).

In het kader van een systemische aanpak van een energieneutraal en circulair Nederland in 2050 is het van belang de wederzijdse afhankelijkheden en terugkoppelingen tussen energietransitie en circulariteit in kaart te brengen.

Er is energie nodig om de erts en grondstoffen te winnen en biomassa te oogsten. Deze ruwe grondstoffen moeten opgewerkt worden tot materialen die kunnen worden bewerkt en verwerkt als (bouw) producten. Ook de energie die tijdens het transport- en montageproces verbruikt wordt, is niet verwaarloosbaar. Met herbruikbaar materiaal bespaar je energie waarmee je direct CO₂-emissies reduceert (zie figuur 10).



Figuur 9 – Uitstoot van broeikasgassen in relatie met materiaalproductie (links) en bij het eerste gebruik van deze materialen in productieprocessen of uiteindelijk gebruik (rechts) (UNEP 2019b).



Figuur 10 – Samenhang tussen grondstof- en energieverbruik⁵ (Günther e.a. 2019).

Bij meer grondstofgebruik stijgt het energieverbruik. Voor de productie worden óf fossiele brandstoffen ingezet waardoor er meer broeikasgassen vrijkomen terwijl de gebruikte grondstoffen verloren gaan voor toekomstig gebruik, óf er wordt nucleaire energie gebruikt met alle haken en ogen van dien (Kalevesta 2020).

⁵ Rode pijlen en minnetjes staat voor een negatieve terugkoppeling in feedbackloop, zwarte pijlen met een plus geven een positieve terugkoppeling weer.

Bij de inzet van duurzame energiebronnen worden ook primaire of secundaire grondstoffen gebruikt, die allemaal deel (gaan) uitmaken van onze antropogene materialenvoorraad. Een deel ervan kan op termijn weer worden hergebruikt.

Bij meer consumptie stijgt de productie, waardoor zowel energie- als materiaalverbruik zal toenemen. Je moet dus afwegen welke circulaire energiemaatregelen nuttig zijn voor woningen. Er komt een punt waarop het niet meer loont om meer ingrepen te doen in de woning.

De afweging tussen materiaalgebruik en bijbehorende embodied energy, de hoeveelheid energie die in het proces van grondstofwinning, productie en transport van deze materialen nodig is, is complex, zeker in relatie tot uitgespaarde operationele energie en de milieuschade die het maken en plaatsen van de energiemaatregelen veroorzaken versus de anders gebruikte (fossiele) energie. Materiaal- en energiegebruik beïnvloeden elkaar, maar hebben daarnaast hun eigen neveneffecten op het milieu. En om het nog complexer te maken, de milieuschade en ingrepen verlopen niet geleidelijk in de tijd (voor meer info zie Klunder e.a. 2003).

Er zijn natuurlijk verschillende woningtypes en diverse producten waarmee woningen opgebouwd of opgewarderd zijn. Toch kunnen we de volgende conclusies trekken:

- De embodied energy voor isolatiemateriaal en met name installaties, zoals een warmtepomp en zonnepanelen, is niet verwaarloosbaar (Dixit e.a. 2010).
- Gebouwen met een zeer laag energieverbruik voor een periode van dertig jaar hebben ongeveer 900 MJ/m³ energie nodig voor verwarming (Verbeek e.a. 2010; Karimpour e.a. 2014), terwijl de embodied energy ongeveer 1.400 MJ/m³ bedraagt (Ritzen e.a. 2016).

Maak per project een afweging tussen verschillende mogelijkheden met betrekking tot reductie van de energievraag, lokale opwekking van energie, embodied energy, bijbehorende milieu-impact en verwachte gebruiksduur.

Renovatie blijkt meestal een veel milieu-efficiëntere oplossing dan vervangende nieuwbouw, tenzij de technische staat van de draagstructuur van een complex niet goed is of niet aan de huidige eisen aan te passen is. Dit is ook iets om op te letten bij nieuwbouw (zie voorbeeldprojecten Solids en Patch22 in de bijlagen).

Het zou opdrachtgevers en ontwerpers helpen als voor verschillende soorten oplossingen bekend zou zijn wat de overall implicaties zijn voor de embodied energy in relatie tot bijvoorbeeld vijftig jaar operationeel energieverbruik. Helaas bestaan dit soort overzichten nog niet (Cabeza e.a. 2013). Aannames, omstandigheden en rekenmethoden verschillen nog te veel. Een gebouw met een laag energieverbruik inclusief embodied energy is overigens niet noodzakelijkerwijs ook duurder. Een kosteneffectief gebouw kan energie-efficiënt en koolstofarm zijn (Dixit 2017).

Bij alleen het terugdringen van de operationele energieverbruik blijven een aantal zaken buiten beeld die relevant zijn om te komen tot een duurzame gebouwde omgeving. Als je voor een lage milieu-impact bij alle 959.000 vrijstaande woningen en 2,84 miljoen rijtjeswoningen in Nederland de spouwmuren, het dak en de vloeren wilt isoleren, en daarnaast ook zonnepanelen wilt aanbrengen, zou het betekenen dat van de 41.526 km² die we ter beschikking hebben in Nederland 11.450 km² overhouden voor water, voedselproductie, leven en het genereren van materialen en energie voor andere gebouwen (Ritzen e.a. 2016).

De impact van materiaalkeuze en materiaalhoeveelheden blijkt niet altijd significant, maar het belang ervan neemt toe als we naar energieniveaus

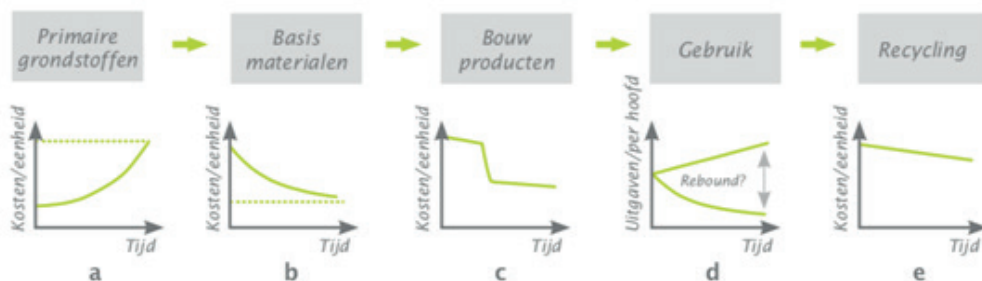
van bijna nul gaan. Voor zonnepanelen is de materiaalgerelateerde impact vrij hoog in vergelijking met andere bouwcomponenten, maar over het algemeen hebben PV-systemen wel een zeer gunstig effect op de levenscyclusprestaties van een gebouw. De keuze voor verwarmingstechniek, zeker als het gaat om een omschakeling van gas naar elektriciteit als energiedrager (bijvoorbeeld bij het overschakelen van gasketels naar warmtepompen) kan een groot effect hebben op de milieu-impact van een gebouw. Dit negatieve effect is minder duidelijk wanneer alleen naar primair energiegebruik gekeken wordt, zoals bij standaard energieprestatiebeoordelingen (Alsema e.a. 2016).

3.4 WAT BETEKENT DAT VOOR EEN CIRCULAIRE ENERGIE NEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING?

De bouw, en daarmee ook de renovatiesector, is een van de belangrijkste sectoren waar de omslag gemaakt moet worden naar een circulaire aanpak (Circle Economy 2020). Wat betekent het voor de energietransitie in de gebouwde omgeving als circulariteit als opgave wordt toegevoegd? Wat voor vragen roept dit op?

3.4.1 Materiaalverbruik verminderen

Grondstoffen in het algemeen zijn beperkt beschikbaar. Kan het materiaalgebruik voor de energietransitie in de gebouwde omgeving worden verminderd? Reduceren van het materiaalgebruik draagt bij aan het verminderen van het gebruik van fossiele brandstoffen en de daarmee gepaard gaande CO₂-uitstoot. Hier zijn de doelstellingen van de energietransitie gelijk aan die van circulariteit. Bij de uitrol van de energietransitie in de gebouwde omgeving wordt nu vooral gefocust op de reductie van de energie in de operationele fase. Hierbij is over het algemeen geen oog voor het feit dat er ook energie wordt gebruikt voor



Figuur 11 – Optimalisatie van de kosten van de verschillende fases in de waardeketen (KfW-research 2009).

de winning of oogst van de benodigde grondstoffen, de bewerking en verwerking ervan, het transport en het aanbrengen op de bouwplaats. Juist als het operationele energieverbruik sterk wordt teruggebracht, wordt deze post relevant (zie figuur 11).

Vanuit de noodzaak het materiaalgebruik te verminderen geven we nieuwe invulling aan Adolf Loos' adagium: 'Less is more.' Het is makkelijker voorstelbaar om hetzelfde of meer te doen met minder materialen, wat leidt tot decoupling, dan om in bepaalde situaties af te zien van materiaalgebruik. Mensen zijn overigens onder bepaalde omstandigheden bereid om van producten af te zien of zich te beperken.

3.4.2 Hergebruik van materialen en producten

Een belangrijk aandachtspunt in een circulaire aanpak van de energietransitie in de gebouwde omgeving is het werken met secundaire in plaats van primaire materialen en producten. Binnen de bouw, en dan met name ook de renovatieopgave, is een verschuiving gaande in het soort benodigde materialen⁶. Dit komt deels door de duurzaamheidsdoelen, deels doordat we de bouwgerelateerde CO₂-uitstoot en de milieu-impact willen terugdringen waardoor we van technische materialen naar meer bio-based materialen bewegen.

⁶ Een bekend verschijnsel in de geschiedenis: met een nieuwe Industriële Revolutie verschuift de behoefte naar andere grondstoffen.

Demontage van gebouwen is momenteel meer gericht op recycling dan op hergebruik van materialen (Icibaci 2019). Dat zal de komende tijd veranderen. Om dat mogelijk te maken zal er meer aandacht moeten komen voor kwaliteitscontrole, garanties en normen voor gebruikte producten die opnieuw in de bouw worden toegepast (Icibaci 2019). Daarnaast kunnen we materialen uit andere sectoren hergebruiken, vooral als we daarbij niet de behoefte uit de betreffende sector zelf in de weg zitten.

We hebben gebouwen altijd als statische objecten beschouwd. Om de circulaire potentie van gebouwen te vergroten helpt het om ze als dynamisch te beschouwen. De eisen voor het eerste gebruik zijn duidelijk, maar de technische veranderingen van de toekomst zijn minder voorspelbaar, evenals de veranderende wensen van gebouwgebruikers en de gebruiksduur (Oostra, 2014).

Voor nieuwbouw is het belangrijk dat de te bouwen objecten toekomstbestendig zijn zodat het casco lang meekan en voor meerdere functies geschikt is. Sommige opdrachtgevers besteden voor complexe gebouwen met deze reden het casco apart aan om er zeker van te zijn dat de draagstructuur optimaal geschikt is voor het huisvesten van heel diverse gebruiksscenario's (Kendall 2019).

Het denken over de inzet van grondstoffen voor gebouwen wordt complexer:

- Niet alleen in de vorm van gebouw als resource bank, een opslag van materialen die op termijn weer beschikbaar komen;
- Maar vooral ook als een dynamische combinatie van gebouw onderdelen;
- Onderdelen en producten die in de loop van de tijd in verschillende combinaties op een andere manier kunnen worden gebruikt, in het gebouw of elders;
- Die op een andere manier onderhouden moeten worden en een

verschillende levensduur⁷ hebben (Brand 1994);

- En met gebruik van materialen uit verschillende maatschappelijke sectoren.

De toevoer van materialen zal minder een black box worden. Er zullen sterkere relaties ontstaan met sectoren als land- en bosbouw en natuur- en landschapsbeheer.

We moeten nadenken over methodieken om bestaande gebouwen voor hergebruik uit elkaar te halen en hoogwaardige producten te hergebruiken. Echter, niet aan alle materiaalbehoefte in het kader van de energietransitie in de gebouwde omgeving kan worden voldaan met materiaal dat vrijkomt bij de ontmanteling van gebouwen.

3.4.3 Waardevermindering voorkomen

Bij de keuze van materialen en producten zullen we in het kader van circulariteit de milieu-impact moeten afwegen, evenals de beschikbaarheid van materialen. In geval van schaarste zullen milieuaspecten en mensenrechten bij winning, oogst en hergebruik verder onder druk komen te staan.

Als we kijken naar hernieuwbare bronnen lijkt het probleem van beschikbare materialen uiteindelijk groter dan dat van de beschikbare hoeveelheid energie. In principe straalt de zon elke dag 2,7 kWh per m² energie neer op aarde, veel meer dan we nodig hebben. Het is de uitdaging om het oogsten daarvan met zo min mogelijk materialen te doen.

Het kan zo zijn dat de oplossing voldoet aan alle eisen, maar dat er niet genoeg materiaal beschikbaar is om de gehele gebouwde omgeving van dezelfde oplossing te voorzien. Het is niet langer vanzelfsprekend dat we één enkele oplossing breed kunnen uitrollen voor alles. Voor het

⁷ De zogenaamde zes lagen van Stewart Brand hebben allen hun eigen levensduur: *stuff* (5-15 jaar), *space plan* (5-20 jaar), *services* (5-30 jaar), *skin* (30-60 jaar), *structure* (60-200 jaar) en *site* (> 200 jaar).

isoleren van woningen zijn meerdere opties beschikbaar. Van veel bio-based grondstoffen is niet genoeg materiaal voorhanden om voor alle projecten. Gelukkig is niet elk project hetzelfde. Het marktmechanisme helpt ons een passende oplossing te vinden uit een aanbod van verschillende type isolatiematerialen en verschillende soorten toepassingen. De vraag is of het marktmechanisme voldoende is of dat er extra waarborgen nodig zijn.

3.4.4 Waarde toevoegen

Een belangrijke randvoorwaarde van de energietransitie is de betaalbaarheid ervan, op macroniveau (nationale of maatschappelijke kosten) en ook zeker voor eindgebruikers ('woonlastenneutraliteit'). Woonlastenneutraliteit is door de overheid daarom als uitgangspunt benoemd, en is als zodanig verankerd in het Klimaatakkoord. Om woonlastenneutraliteit te realiseren hebben de diverse vragende partijen een ander vertrekpunt. Steeds meer corporaties zien mogelijkheden om ingrijpende renovaties woonlastenneutraal te realiseren. Ze kunnen profiteren van schaalvoordelen bij de aanpak van een woningblok of meerdere woningen in de wijk. Voor veel particulieren is het nemen van maatregelen op het moment nog te duur (PBL, 2020).

Circulariteit biedt ook nieuwe invalshoeken voor het toevoegen van financiële waarde, bijvoorbeeld in het streven naar hogere restwaarde van gebouw en bouwproducten aan het einde van de eerste gebruikscyclus, en verlaagde onderhouds- en vervangingskosten gedurende het gebruik. Ook zal op termijn de CO₂-belasting een rol gaan spelen. Andere niet-financiële 'waarden' zijn het limiteren van de opwarming van de aarde, natuur- en milieuwaarden, minder vervuiling en een schone leefomgeving. Door met oplossingen te komen die geen milieuschade tot gevolg hebben, is het mogelijk om actief bij te dragen aan waarde van de omgeving bij het bedenken van circulaire oplossingen op de verschillende schaalniveaus van materialen, producten, gebouwen en locatie (Oostra & CIVIC, 2019).

Steeds meer aandacht krijgt het belang van sociale waarde. Denk aan de waarde voor het bedrijf, de klanten maar ook voor de buurt of voor de maatschappij als geheel. Sociale waarde ontstaat door nieuwe gemeenschappen op te bouwen rond gebouwen of bestaande verder te verstevigen.

Ook kan een gebouw of wijk waarde geven op het vlak van schoon water, opgewekte duurzame energie, materialen die op termijn vrijkomen voor hergebruik, voedselproductie en het in stand houden van de biodiversiteit. Denk ook aan het realiseren van werkgelegenheid en de identiteit van een plek en de daar levende gemeenschap.

Voor de maatschappij is ook de culturele waarde van gebouwen en wijken van belang, bijvoorbeeld op het gebied van architectuur, culturele identificatie of als markant oriëntatiepunt.

Tot slot kan een koppeling van functionele en esthetische waarde ertoe leiden dat een wijk een fijne plek is om te leven, waardoor bewoners zich betrokken voelen bij hun wijk en de gebouwen die er staan.

3.5 MANIEREN OM CIRCULARITEIT VAN DE ENERGIETRANSITIE TE VERBETEREN

Op het moment ligt de focus bij energietransitie in de gebouwde omgeving op het terugdringen van de benodigde operationele energie en het duurzaam opwekken van de overblijvende energievraag. Gezien de beperkte middelen en ruimte in Nederland zullen we na moeten denken over reële oplossingen voor de circulaire energietransitie in de gebouwde omgeving.

De uitdagingen zitten verder vooral in de opgave om de milieu-impact en het daarmee samenhangende landgebruik binnen de perken te houden. Vooralsnog lijken we helaas geen renovatieoplossingen te hebben die daaraan voldoen. Maar we willen de doorontwikkeling en uitrol van de energietransitie natuurlijk niet vertragen.

We weten nog niet hoe we wereldwijd tot de benodigde koolstofvrije economie komen. Maar daarom hoeven we nog niet stil te blijven staan. Hier liggen mogelijkheden voor bedrijven, onderzoekers en burgers om met slimme nieuwe innovaties te komen en om aan te jagen, wat Schumpeter creative destruction noemde.

4. TIPS

4.1 TIPS VOOR OPDRACHTGEVERS

4.1.1 Accentverschuiving van nieuwbouw naar renovatie

Beperk en stop de sloop van gebouwen. Zet in op renovatie en het hergebruik van materialen en bouwproducten. Is afbreken onafwendbaar, onderzoek dan aan de hand van de circulariteitsladder hoe onderdelen op een hoogwaardige manier hergebruikt kunnen worden.

4.1.2 Vergroot de scope van initiële kosten via levenscyclusdenken naar maatschappelijke waarde

Denk verder dan initiële kosten en neem kosten en baten uit de hele levenscyclus mee, of in ieder geval die in de eerste gebruiksfase. Beter is het nog om verder dan de initiële bouwkosten en de gebruiksen onderhoudskosten te kijken. Om vooruit te denken over de mogelijkheden als er niet langer behoefte is aan het gebouw voor het huidige gebruik, als de eigen organisatie niet langer gebruik kan of wil maken van het gebouw. Denk ook verder dan het project zelf.

4.1.3 Circulair inkopen

Het belang van duurzaamheid moet helder zijn in nieuw uit te zetten opdrachten naar ontwerpers, uitvoerende bedrijven en toeleveranciers. Hierin moeten niet alleen investeringen en beschikbare uitvoeringscapaciteit in balans zijn, maar ook de inspanning op gebied van energie en materialen ten opzichte van het gebruik. Een goede circulaire uitvraag is daarom belangrijk.

4.2 TIPS VOOR ONTWERPERS

4.2.1 Opgave & omgeving

Kijk naar het type opgave. Wat is hier nodig? Hoe creëer ik zo veel mogelijk waarde voor de eindgebruiker, de opdrachtgever maar ook voor de buurt en de maatschappij? Op basis hiervan kan een passende ontwerpstrategie ontwikkeld worden gebaseerd op een combinatie van verschillende ontwerpprincipes.

4.2.2 Het samenstellen van een circulaire ontwerpstrategie

Er zijn veel verschillende principes die ingezet kunnen worden om te komen tot circulaire oplossingen en producten voor de bouw en renovatie van woningen. Er zijn een aantal modellen die behulpzaam zijn bij het structureren van deze principes. Aan de hand daarvan kan de juiste combinatie van principes worden samengesteld om tot een circulaire ontwerpstrategie te komen die past bij opgave en context, de Circulariteitsladder, het 6-lagenmodel van Stewart Brand, en het Matrix-model (Oostra 2020).

De verschillende principes die je daarvoor kunt inzetten, zijn te clusteren volgens vier invalshoeken:

- (1) het terugbrengen van het materiaalgebruik, ook wel dematerialisering of decoupling genoemd;
- (2) het verbeteren van het product- en productieontwerp;
- (3) het sluiten van de kringloop, oftewel recycling en upcycling, waarin het hergebruik in al zijn facetten aan de orde komt;
- (4) het waardedenken, de bril waarmee je kijkt naar mogelijkheden om op verschillende schaalniveaus waarde toe te voegen voor gebouwgebruikers en de omgeving.

4.3 TIPS VOOR ONDERNEMERS

4.3.1 Stakeholders

Voor een circulair businessmodel heb je over het algemeen een breder palet van stakeholders nodig. Het gaat erom de juiste combinatie

te vinden tussen productontwerp, diensten in de gebruiksfase, productinzamelsysteem en allerlei ondersteunende diensten die bijvoorbeeld informatie verstrekken over productgebruik, benodigd onderhoud en diensten en terugname helpen faciliteren. Wat doe je daarin zelf, en wat past beter bij een andere partij? Veel zaken kan een bedrijf vaak niet alleen organiseren.

4.3.2 Nadenken over nieuwe businessmodellen

Circulaire oplossingen vragen om nieuwe businessmodellen. Een businessmodel beschrijft hoe een organisatie waarde creëert, levert en vastlegt. Daarvoor zal in eerste instantie een indeling in doelgroepen moeten worden gemaakt. Het Virtual Guardian Angel model van Theo Poiesz is een middel om tot een aanpak te komen die klanten zo veel mogelijk ontzorgt. Voor het uitdenken van een nieuw businessmodel zijn ook het Value Proposition Canvas van Osterwalder et al. (2014) en zijn Business Model Canvas populaire hulpmiddelen. Veelgebruikte archetypes met betrekking tot circulaire businessmodellen zijn:

4.3.3 Product-as-a-Service (PaaS)

Bij dit businessmodel blijft de leverancier eigenaar van een product. De eindgebruiker krijgt het product in bruikleen en betaalt de leverancier een vergoeding. De leverancier zorgt middels onderhoud en updates dat het product optimaal blijft presteren. Na gebruik kan het product worden opgelapt en in bruikleen worden gegeven aan een andere klant. Na de levensduur kunnen via demontage en/of hergebruik de verschillende onderdelen worden gebruikt voor nieuwe producten. Een voorbeeld is Light-as-a-Service van Signify.

4.3.4 Pay-per-use

Dit businessmodel is een specifieke vorm van PaaS. Ook hier blijft de leverancier eigenaar van het product. De eindgebruiker krijgt het product in bruikleen en betaalt de leverancier een vergoeding per keer dat hij het product gebruikt. Wordt ook wel in combinatie met

afschrijving aangeboden waardoor het product na een aantal jaar gebruik automatisch eigendom wordt van de gebruiker.

4.3.5 Sharing Platforms

Businessmodellen die gebruikers bij elkaar brengen in het kader van de deeleconomie voor het gebruik van producten, diensten of ruimtes, gebruiken over het algemeen het model van een platform. Er zijn vele vormen mogelijk (Muñoz & Cohen 2018).

4.3.6 Eco-leasing

Eco-leasing is het voor lange termijn huren van een product, dat aan het einde van zijn levensduur deels remanufacturing ondergaat en deels wordt gerecyceld. De onderdelen die niet meer opgeknapt kunnen worden, fungeren als een bron van tweedehandsmaterialen voor het maken van nieuwe producten. (McDonough, W. & M. Braungart 2002) Het lijkt in de bouw het haalbaar eco-leasing in te zetten voor gevels, installaties of inbouw pakketten (Smeets 2019). Hierbij zitten wel allerlei juridische conventies in de weg (Chao-Duivis 2018).

4.3.7 Keten & werken aan vertrouwen

De aanpak voor circulaire oplossingen zal meer geïntegreerd moeten worden dan ooit eerder. We moeten daarbij niet alleen kijken naar de verschillende fases afzonderlijk, maar naar alle fases (pre-use, in-use & post-use). Veel ketens zijn bezig hun eigen activiteiten te optimaliseren, maar er zal over het totaal heen moeten worden gekeken om resources en risico's te verdelen over alle stakeholders. Hierbij zijn transparantie en vertrouwen essentieel (Janssen e.a. 2019). We moeten hierin alle sectoren waar producten vandaan komen (mijnbouw, landbouw, natuurbeheer, textielindustrie etc.) en waar het product na gebruik potentieel terecht komt, meenemen. Voor circulaire oplossingen voor de energietransitie in de gebouwde omgeving zullen organisaties in een waardenetwerk zodanig moeten gaan samenwerken dat alle relevante organisaties en alle benodigde systemen worden betrokken (inclusion), dat alle oorzaken en gevolgen van deze systemen in

onderlinge samenhang (inter-connectedness) worden bekeken en alle geprivilegieerde posities helder zullen worden en zullen gaan verschuiven om te komen tot 'a fair distribution of resources, opportunities, basic needs, and property rights' (equity) (Valente 2012). Niet alle partijen zullen ernaar uitkijken om hun huidige bevoorrechte positie op te geven.

Naast het feit dat de bouw verantwoordelijk is voor 40% van het afval en 32% van het wereldwijde energieverbruik, is de bouw ook verantwoordelijk voor 43,5% van de wereldwijde CO₂-emissies gerelateerd aan materiaalgebruik. Het goed inrichten en aanpakken van een circulaire energietransitie van de gebouwde omgeving zet zoden aan de dijk. Helaas zijn er momenteel geen pasklare oplossingen voorhanden. De opgave is enorm. Waar moeten we beginnen? Laten we het een en ander eens in perspectief zetten.

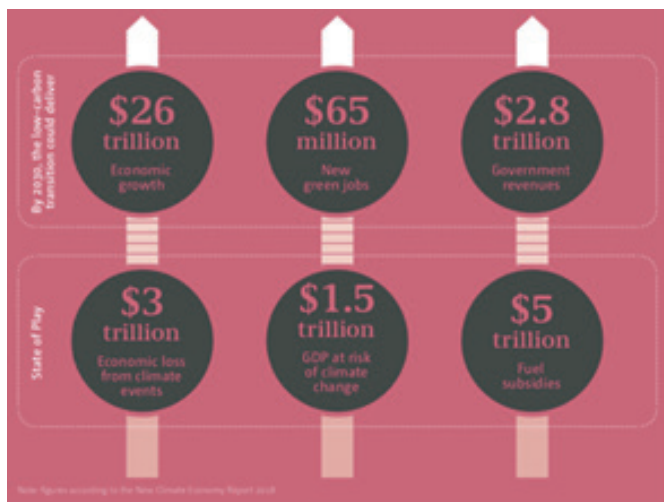
5. EN NU..?

5.1 DE ACHTERUITKIJKSPIEGEL

We weten niet hoe de toekomst eruit ziet. We weten wel wat in het verleden heeft gewerkt en waar we vastlopen, omdat er met de huidige technologie nog geen oplossing te vinden is.

Het is heel makkelijk en vooral ontmoedigend om te focussen op wat niet goed gaat. We weten uit onderzoek dat meer dan de helft van de innovaties mislukt. Als je kijkt naar wat er fout gaat, kun je de neiging krijgen om er dan maar van af te zien en het bij het oude te houden. Maar als je kijkt naar wat er niet goed gaat, kun je ook nadenken over wat anders moet en hoe dan. We kijken vaak naar de kosten, en niet naar wat iets op gaat brengen. Niet dat je niet mag kijken naar de kosten, maar kijk ook naar de kosten van niet-handelen. Woerdman (2019), hoogleraar aan de RUG, heeft berekend dat de kosten van het klimaatbeleid wereldwijd 0,8-4% van het mondiale inkomen zullen zijn. Door deze investeringen

wordt een vervolgschade voorkomen ter grootte van 1,5–12% van het mondiale inkomen (zie ook figuur 12).



Figuur 12 – Inschatting van de wereldwijde kosten en baten van klimaatverandering en klimaatbeleid (UNFCC 2018).

5.2 DROMEN EN FUTURE PROBING

Het is niet voor het eerst dat we een dergelijke grote maatschappelijke transitie doormaken. Een beetje afhankelijk van naar welke historisch econoom je kijkt, worden er drie, vier of vijf industriële revoluties geschetst. De Russische econoom Nikolaj Kondratjev beschreef begin vorige eeuw golven die het systeem van de maatschappij door middel van op elkaar inwerkende technologische, economische en sociale innovaties volledig op zijn kop zetten.

Jeremy Rifkin (2011), een historisch econoom die veel regeringen en Brussel adviseert over het te volgen economisch beleid, houdt het bij drie industriële revoluties omdat het volgens hem bij de omslag naar een nieuw maatschappelijk systeem gaat om een nieuwe leest waarop communicatie, energiesysteem, productie en mobiliteit geschoeid worden. Daarin maken we de omslag bij communicatie van massacommunicatiemiddelen als radio en tv naar internet waarin

zender en ontvanger direct met elkaar kunnen communiceren. Qua energiesysteem maken we de overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen, wat betekent dat we van olie en gas overschakelen op duurzame opgewekte elektriciteit als voornaamste energiemedium.

Carlota Pérez (2002) heeft daar nog twee interessante perspectieven aan toegevoegd. Als eerste presenteerde zij de vraag-kansruimte (demand-opportunity space) waarmee helder wordt wat de belangrijkste technologische ontwikkeling mogelijk maakt, gekoppeld aan grootschalige behoefte van individuen als wel de maatschappelijke opgaven van dat moment. Haar stelling is dat de gecombineerde innovaties op het gebied van technologie, economie en sociale aspecten door de maatschappelijke opgaven van die specifieke periode in de geschiedenis hun richting krijgen. In de vorige golf waren dat olie en gas die grootschalige welvaart voor individuen mogelijk maakten in de context van de wederopbouw van na de Tweede Wereldoorlog. De grote opgave van vandaag is het gaan opereren binnen de planetary boundaries met een duurzame en inclusieve maatschappij, ook wel de donuteconomie genoemd naar het model van Kate Raworth (2017).

Een ander perspectief van Pérez (2010) is dat je tijdens het transformatie proces een periode experimenteert met de nieuwe technologie waardoor zichtbaar wordt wat deze kan betekenen. Daarmee ontstaat een bubbel die crasht. Vervolgens moet je om daadwerkelijk de vruchten te kunnen plukken van de nieuwe technologische mogelijkheden een nieuw systeem bouwen waarin economische, sociale en technologische structuren op elkaar zijn afgestemd. Volgens Pérez is dit precies de fase waarin we met de huidige crises zitten.

Het goede nieuws is dus dat voorgaande generaties soortgelijke maatschappelijke transformatieprocessen al eerder succesvol hebben doorlopen. Er is een wenkend perspectief nodig, een beeld van onze

toekomstige leefstijl waar we moeite voor willen doen. In het neerzetten van beelden van een nieuwe stralende toekomst hebben we in het verleden ontwerpers, kunstenaars, architecten, filmmakers, en (toneel) schrijvers een belangrijke rol gespeeld waarmee de bevolking werd verleid verliefd te worden op de eigen toekomst. Het uitwerken en realiseren van dit gezamenlijk beeld moet breeduit door iedereen gedragen en uitgevoerd worden. Dat vraagt om investering in de ontwikkeling en opleiding van mensen zodat zij de kennis en kunde hebben om te kunnen doen wat nodig is (Andersen e.a. 2017).

5.3 TOT SLOT

We zullen moeten verbouwen met de winkel open. Met het oog op de bij het toekomstbeeld horende voordelen en opbrengsten, niet alleen financieel, maar ook op het gebied van de leefbaarheid, gezondheid, werkgelegenheid en kansen voor bedrijven, wordt het makkelijker om doorzettingsvermogen te ontwikkelen en frustraties te overwinnen. We hebben geen perfecte wereld en die zullen we helaas ook niet krijgen, maar dat neemt niet weg dat we gezamenlijk de planetary boundaries in acht kunnen nemen.

De opgave van de grote verbouwing gekoppeld aan de circulaire energietransitie van de gebouwde omgeving blijkt met deze verkenning een maatje groter dan in eerste instantie gedacht. We hebben op het moment geen compleet antwoord op de vraag hoe we dat kunnen aanpakken zonder boven onze stand te leven. De problematiek lijkt nu nauwelijks oplosbaar. Het stoppen van de energietransitie en de ombouw naar een circulaire bouweconomie is echter geen optie.

We realiseren ons echter ook dat we eerder in de geschiedenis voor soortgelijke opgaven hebben gestaan. Dat we nu niet precies weten hoe het moet, betekent niet per definitie dat er geen oplossing is. Het gaat niet om verandering, maar om transformatie. Of zoals Jan Rotmans zegt: 'We leven niet in een tijdperk van verandering, maar in een verandering van tijdperk.'

De vraag is nu: hoe willen wij dat de koolstofarme en circulaire toekomst eruitziet? Zodra we daar een antwoord op hebben, kunnen we veel gericht toewerken naar ons doel. Hoewel we nog wat rondlopen, moeten we wat we nu kunnen doen zeker niet nalaten. We moeten doorgaan met het renoveren en het aardgasvrij maken van woningen om de complexiteit en de daarbij horende (on)mogelijkheden beter te doorgronden. Door de huidige renovatieoplossingen op het gebied van circulariteit zo snel mogelijk te optimaliseren, komen we tot nieuwe inzichten en ontstaan nieuwe ideeën, ook al is dé oplossing voor het hele Nederlandse woningbestand nog niet voorhanden. Daarbij is het handig onze neiging tot vereenvoudiging te onderdrukken en juist de complexiteit te omarmen.

De huidige oplossingen zijn oplossingen voor de problemen die we nu kunnen oplossen. We zullen een stap hoger moeten in de systemische complexiteit om ze daadwerkelijk op te lossen. Het is zaak om helder te krijgen wat de problemen precies zijn in al hun complexiteit. Vervolgens zullen we ruimte moeten bieden aan een brede en diverse groep van partijen waarmee we werken aan renovatieoplossingen die niet alleen minder materiaal gebruiken, zo veel mogelijk materialen en producten hergebruiken en zo min mogelijk negatieve bijeffecten hebben, maar juist ook waarde toevoegen, en hiermee een bijdrage te leveren aan de vormgeving van een nieuw post-fossiel tijdperk.

6. REFERENTIES

Almere (2016) Almere 2.0 Oosterwold, website: <https://almere20.almere.nl/gebiedsontwikkeling/oosterwold/>.

Almere (2016b) Chw Bestemmingsplan Oosterwold, NL. IMRO.0034.OP5alg01-vg01 van de gemeente Almere, website: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0034.OP5alg01-vg01/r_NL.IMRO.0034.OP5alg01-vg01.html#_11_Woongebied.

Almere & Zeewolde (2013) Intergemeentelijke structuurvisie Oosterwold, gemeente Almere samen met gemeente Zeewolde.

Alsema, E.A., D. Anink, A. Meijer, A. Straub & G. Donze (2016) 'Integration of Energy and Material Performance of Buildings: I=E+M', Energy Procedia, 96, 517-528.

Andersen, L.A. & T. Björkman (2017) The Nordic Secret; A European story of beauty and freedom, Fri Tanke Förlag, Zweden.

Anderson, K. & A. Bows (2008) 'Reframing the climate change challenge in light of post-2000 emission trends', Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 366(1882): 3863-3882.

Andreae, M.O. (1995) 'Climatic effects of chaining atmospheric aerosol levels', hoofdstuk in Future Climates of the World, redactie: A Henderson-Sellers.

Architect, de (2016) ARC16: PATCH22 – FRANTZEN et al <https://www.dearchitect.nl/projecten/arc16-patch22-frantzen-et-al-2>.

Bouwend Nederland (2019) Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouwen en infrabedrijven; Praktische tips en voorbeelden, auteur: Marlies Peschier.

Brand, Stewart (1994) How buildings learn; What happens after they're built, Penguin Books.

Braungart, M., W. McDonough, & A. Bollinger (2007) 'Cradle-to-cradle design: Creating healthy emissions—A strategy for eco-effective product

and system design', Journal of Cleaner Production 15(13-14): 1337-1348.

Baumschlager Eberle Architekten (2011) Solids IJburg Amsterdam, Nederlande; Mischnutzung, website: <https://www.baumschlager-eberle.com/werk/projekte/projekt/solids-ijburg-amsterdam/>.

Brundtland, G.H. (1987) Our Common Future, rapport van: the World Commission on Environment and Development (WCED) onder leiding van de minister president van Noorwegen Gro Harlem Brundtland.

Blyussen, P.M. (2009) The Indoor Environment Handboek; How to make buildings healthy and comfortable, Londen: Earthscan.

Bruinsma, J. (2009) 'The resource outlook to 2050: by how much do land water and crop yields need to increase by 2050?', paper gepresenteerd op FAO Expert Meeting How to Feed the World in 2050, 24-26 Juni 2009, Rome.

Cabeza, L.F., C. Barreneche, L. Miro, M. Martinez, A. I. Fernandez & D. Urge-Vorsatz (2013) 'Affordable construction towards sustainable buildings: review on embodied energy in building materials', Current Opinion in Environmental Sustainability 2013, 5:229-236.

Carson, R. (1962) Silent Spring, Crest Book.

CBS (2020) Monitor Brede Welvaart & Sustainable Development Goals 2020, rapport Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

CBS (2020b) Circulaire economie in Nederland, auteurs: J. van Berkel & N. Schoenmaker, rapport februari 2020 Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

CBS (2019) Monitor Brede Welvaart & Sustainable Development Goals 2019, rapport Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

CBS (2019b) Prognose: 19 miljoen inwoners in 2039 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/51/prognose-19-miljoen-inwoners-in-2039>.

CBS (2019c) Materiaalstromen in Nederland, Materiaalmonitor 2014-2016, gereviseerde cijfers, Auteurs: J. van Berkel, N. Schoenaker, A. van de Steeg, L. de Jongh, R. Schovers A. Pieters & r. Delahaye, CBS 12 december 2019.

CBS (2018) Monitor Brede Welvaart & Sustainable Development Goals 2018, rapport Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

CBS (2017) Economische groei en verdienstelijking 1969-2016, auteurs: Hao Bui Van, Jan van Dalen & Frank Notten.

CBS (2017b) Belang, ontwikkeling en structuur van de Nederlandse industrie , auteurs: Femke Hitzert, Hans Langenberg en Frank Notten, oktober 2017.

CBS (2014) Veranderingen in de woningvoorraad 1995-2011.

Chen G-Q, MK Patel (2012) 'Plastics derived from biological sources: present and future: a technical and environmental review', Chemical Reviews 112:2082–2099.

Chao-Duivis, M. (2018) 'Privaatrechtelijk bouwrecht en circulaire bouwen: een onderzoek naar de mogelijkheden', hoofdstuk in: Circulariteit; Op weg naar 2050, redactie: P. Luscuere TU Delft.

Circle Economy (2020a) The Circularity Gap Report 2020.

Circle Economy (2020b) The Circularity Gap Report – The Netherlands; Closing the Circularity Gap in the Netherlands.

Circle Economy (2020c) The Circularity Gap Report; Technical Methodology Document, januari 2020.

Circle Economy (2019) The Circularity Gap Report 2019.

CML (Institute for Environmental Studies, Universiteit Leiden), Wuppertal Institute for Climate, CE Solutions for Environment (2005) Policy Review on Decoupling: Development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU-25 and AC-3 countries,

rapport voor de Europese Commissie, CML-166.

Danish Architecture & Design Review (2019) 'Resource Rows, Ørestad Syd by Lendager', <http://danishdesignreview.com/kbhnotes/2019/1/25/resource-rowe>.

De Circulaire Bouweconomie (2020a) Circulaire gebouwen; Strategieën en praktijkvoorbeelden, uitgave in opdracht van RVO.

De Circulaire Bouweconomie (2020b) Circulair Inkopen in 8 Stappen; handreiking voor de Burgelijke- en Utiliteitsbouw, auteurs: C. van Oppen, & S. Bosch, uitgave van RVO.

De Circulaire Bouweconomie (2020c) Circulair Inkopen in 8 Stappen; handreiking voor de Grond-, Weg- en Waterbouw, auteurs: S. Bosch & C. van Oppen, uitgave van RVO.

Dixit, M. K. (2017) 'Embodied energy and cost of building materials: correlation analysis', Building Research & Information, 2017, Vol. 45, No. 5, 508–523 <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2016.1191760>.

Duurzaam Bedrijfsleven (2016) 'Tata Steel: "Staal behoudt kwaliteit bij elke recycleslag"', auteur: Thijs ten Brinck, gepubliceerd 23 januari 2016.

EC (2017) A European Strategy for Plastics in a Circular Economy, <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>.

EC (2002) 6th Environmental Action Plan, Europese Commissie.

Elkington, J. (1997) Cannibals with Forks, the triple bottom line of 21st century business, Capstone, Oxford, UK.

EMF (2014) Towards a Circular Economy, Ellen MacArthur Foundation, Cowes , UK.

EMF (2013) Towards the Circular Economy: Opportunities for the Consumer

Goods Sector, Ellen MacArthur Foundation, London, <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>.

Ericson, M. (2008) 'Exploration in the Nordic Countries', presentatie Raw Materials Group 5th Exploration & Mining Conference, 20 November 2008, Stockholm, Zweden.

Eurostat (2020) 'Turkey: main destination for EU's waste', <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200416-1#:~:text=Exports%20of%20waste%20from%20the,value%20of%20EUR%2013.4%20billion>.

EC (2020) 2020 Strategic Foresight Report; Strategic foresight – Charting the course towards a more resilient Europe, Communication from the commission to the European Parliament, the Council, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0493&rid=1>.

EZ (2019) Ontwerp-vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019-2020 <https://zoek.officielebekendmakingen.nl › blg-911666FA>.

Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., and Orr, J. C. (2008) 'Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes', *ICES Journal of Marine Science*, 65: 414–432.

Tony Fretton Architects (2011) Solid 11, website: <https://www.tonyfretton.nl/solid11/index.html>.

Foley, J.A., R. DeFries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M. T. Coe, G. C. Daily, H. K. Gibbs, J. H. Helkowski, T. Holloway, E. A. Howard, C. J. Kucharik, C. Monfreda, J. A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty, P. K. Snyder (2005) 'Global Consequences of Land Use', *Science* 309, p570-574.

Glavič & Lukman (2007) Review of sustainability terms and their definitions, *Journal of Cleaner Production*, Vol 15 no. 18, p.1875-1885.

Gunderson, L.H. & C.S. Holding (eds) (2001) *Panarchy; Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Island Press.

Handoh, I.C. & T.M. Lenton (2003) 'Periodic mid-Cretaceous oceanic anoxic

events linked by oscillations of the phosphorus and oxygen biogeochemical cycles', *Global Biogeochemical Cycles*, Vol 17, no. 4 p.1092.

Homi Kharas (2017) *The unprecedented expansion of the global middle class; an update*, Global Economy and Development publications Brookings Institution.

Homrich, A.S., G. Galva, L. G. Abadia, & M.M. Carvalho (2018) 'The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways,' *Journal of Cleaner Production*, 175, p.525-543.

Hotta, Y., C. Visvanathan & M. Kojima (2016) 'Recycling rate and target setting: challenges for standardized measurement', *Journal of Material Cycles & Waste Management*, 18, 14–21.

Icibaci, L. (2019) *Re-use of Building Products in the Netherlands; The development of a metabolism based assessment approach*, proefschrift TUDelft.

IEA (2020) *Human Health Risk Assessment Methods for PV Part 3: Module Disposal Risks*, IEA PVPS Task 12: PV Sustainability Report IEA-PVPS T12-16: 2020.

Itard, L., & G. Klunder (2007) 'Comparing Environmental Impacts of Renovated Housing Stock with New Construction', *Building Research & Information* 35 (3): 252–67, doi:10.1080/09613210601068161.

IPCC (2007) *Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2014) *Climate change 2014: Synthesis report*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf.

Jackson, T. (2009) *Prosperity without Growth, The transition to a sustainable economy*, Sustainable Development Commission.

Janssen, K.L., & L. Van Dobbenburgh (2019) Creating Value from Water; Lessons learned for circular Innovation networks, ISPIM Conferentie proceedings, Florence, Italië, 16-19 juni 2019.

Jensen, K., Gamborg, C., Madsen, K., Jørgensen, R., Martin Kraye von Krauss, Folker, A., & Sandøe, P. (2003) 'Making the EU "Risk Window" transparent: The normative foundations of the environmental risk assessment of GMOs', *Environmental Biosafety Research*, 2(3), 161-171.

Jensen, B. M. (2006) 'Endocrine-disrupting chemicals and climate change: a worst-case combination for Arctic marine mammals and seabirds?', *Environmental Health Perspectives* 114:76-80.

Karimpour M. et al. (2014) 'Minimising the life cycle energy of buildings; review and analysis', *Building and Environment*, 73 (2014) 016-114

Kendall, S. (2019) *Healthcare Architecture as Infrastructure; Open Building in Practice*, Routledge.

Kirchherr, J., D. Reike & M. Hekkert (2017) 'Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions', *Resources, Conservation & Recycling*, 127 p221-232, Elsevier.

Klunder, G., & H. van Nunen (2003) 'The factor of time in the life cycle assessment of housing', *Open House International*, 28(1), 20-27.

KFW-research (2009) *Perspective Zukunftsfähigkeit – Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz*, auteurs: M. Faulstich, A. Leipprand, M. Mocker, U. Lauber, A. Brüggemann & T. Wied.

Leroy, P. (2019) *Il lui manqué un peu de modestie*, afscheidsrede Radboud Universiteit, Nijmegen.

Lüdeke-Freund, F., S. Gold & N. M.P. Bocken (2018) 'A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns' *Journal of Industrial Ecology*, Vol.23 No1, p36-60.

Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare et al. (2009) 'Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C', *Nature*, 458(7242): 1158-1162.

McDonough, W. & M. Braungart (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way we Make Things*, New York: North Point Press.

Meadows, D.H., D.L Meadows, J. Randers & W.W. Behrens (1972) *The Limits to Growth*, rapport van de Club of Rome, New York: Universe Books.

Muñoz, P., & B. Cohen (2018) 'A Compass for Navigating Sharing Economy Business Models', *California Management Review*, 61(1), 114-147.

Noyes P.D., M.K. McElwee, H.D. Miller, B.W. Clark, L.A. Van Tiem, K.C. Walcott, K.N. Erwin, E.D. Levin (2009) 'The toxicology of climate change: environmental contaminants in a warming world', *Environment International*, 2009 Aug;35(6):971-86.

Oostra M. (2020) 'Circular Design Principles for Building Services Innovation', bijdrage voor: 2nd Conference on Circularity in the Built Environment (CiBen), wat plaats zou vinden op 22-24 September 2020, voorlopig verschoven naar 24-26 November, TU Delft, Delft.

Oostra M. & R. Herlaar (2020) 'Transforming energy infrastructure between market incentives and local cooperation', BEYOND2020 Conference - World Sustainable Built Environment (SBE) series, 2-4 November 2-4 2020.

Oostra, M. & Civic architects (2019) *Circulaire Stations*, Spoorbeeld inspiratie, Spoorbouwmeester, Utrecht.

Oostra, M. (2014) *Technologie als blikopener*, intreerede Saxion, Enschede.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & A. Smith (2014). *Value proposition design: How to create products and services customers want*, John Wiley & Sons.

Paris Agreement. United Nations Climate Change website, geraadpleegd op 17 juni 2019, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

Parkstad Limburg (2020) 'Superlocal – Super Circular Estate', website: <http://parkstad-limburg.nl/projecten/superlocal/>.

PBL (2020) Woonlastenneutraal koopwoningen verduurzamen; Verkenning van de effecten van beleids- en financieringsinstrumenten, auteurs: F. Schiler & M. van der Staak, 24 augustus 2020.

PBL (2015) Ambities in het Nederlandse milieubeleid: toen en nu, Beleidsstudie Planbureau voor de Leefomgeving, auteurs: N. Hoogervorst & F. Dietz, Den Haag.

PBL, CBS & Circle Economy (2020) Circulair materiaalgebruik in Nederland Vergelijking tussen verschillende indicatorberekeningen en aanbevelingen, Notitie https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/5ee2527d4d4f2844eeb314f4_PBL_CBS_CircleEconomy_2020_Notitie%20over%20Circulair%20materiaalgebruik_final.pdf

PBL & CPB (2020) Kosten- en batenbegrippen in klimaatbeleid; Methodologisch achtergrondrapport, rapport van Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau, auteurs: B. Hof (PBL), E. van der Wal (CPB) & Esther Mot (CPB), November 2020, <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-cpb-achtergronddocument-kosten-en-batenbegrippen-in-klimaatbeleid-3879.pdf>.

Perez, C. (2002). Technological Revolutions and Financial Capital: the Dynamics of Bubbles and Golden Ages, Edward Elgar Publishing, Inc. Northampton, MA, p. 225.

Perez, C. (2010) 'The advance of technology and major bubble collapses. Historical regularities and lessons for today', voordracht voor Engelse Seminar The future of capitalism, Axel och Margaret Ax:son Johnsons Foundation, Avesta Manor, Zweden, 3-5 juni.

PlasticsEurope (2019) Plastics – the Facts 2019; An analysis of European plastics production, demand and waste data, www.plasticseurope.org

Platform31 (2013) De onbekende toekomst huisvesten, evaluatie Solids, rapportage Platform31. auteur: G. Wallagh, Den Haag, juni 2013.

Piketty, T. (2014) Capital in the twenty-first century, The Belknap Press of Harvard University Press.

Politico (2020) 'The problem with recycling? One word: Plastics; No matter how well we sort, much of what we throw away cannot be reused', 17 september 2020, auteur: Eline Schaart.

RRAAM (Rijks-regioproject Amsterdam-Almere-Markermeer) (2012) Ontwikkelstrategie Almere Oosterwold; Land-Goed van initiatieven, Werkmaatschappij Almere Oosterwold, website: <https://maakoosterwold.nl>.

Radkau, J. & I. Schäfer (1987) Holz; Ein Naturstoff in der Technikgeschichte, publicatie Deutsches Museum der Naturwissenschaften und der Technik. Rowohlt: Hamburg.

Raworth, K. (2017) Doughnut Economics; Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist, Random House.

Rees, W. & M. Wackernagel (1996) Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC, and Philadelphia, PA: New Society Publishers.

Rees, W. E. & M. Wackernagel (1994) 'Ecological footprints and appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy', in Jansson, A. et al., Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. Washington D.C.: Island Press.

Reike, D., W. J. V. Vermeulen & S. Witjes (2018) 'The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0?; Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options', Resources, Conservation & Recycling, 135 p.246-264, Elsevier.

Rijksoverheid (2016) Nederland Circulair 2050, Rijksbreed programma Circulaire Economie, 14 september 2016, Den Haag.

Rijksoverheid (2019) Klimaatakkoord, 28 juni 2019, Den Haag.

Rijksoverheid (2016) Nederland circulair 2050, publicatie van: het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken, mede namens het ministerie van Buitenlandse Zaken en het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Rijks-regioproject Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM) (2012) Ontwikkelstrategie Almere Oosterwold; Land-Goed van initiatieven, Werkmaatschappij Almere Oosterwold, <https://maakoosterwold.nl>.

Rifkin, J. (2011) *The Third Industrial Revolution*, New York: Palgrave MacMillan.

Ritzen, M.J. , T. Haagen, R. Rovers, Z.A.E.P Vroon & C.P.W. Geurts (2016) 'Environmental impact evaluation of energy saving and energy generation: Case Study for two Dutch dwelling types', *Building and Environment*, 108 (2016)73-84.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin, E. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, J. Foley (2009) 'A safe operating space for humanity', *Nature*, Vol 461/ 24, 472–475.

Roser, M., H. Ritchie & E. Ortiz-Ospina (2013) 'World Population Growth', Gepubliceerd op OurWorldInData.org. Opgehaald van de website: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>.

RVO (2016) 'Circulaire bouw leidt tot klimaatneutrale wijk', RVO website Praktijkverhalen, <https://www.rvo.nl/actueel/praktijkverhalen/circulaire-bouw-leidt-tot-klimaatneutrale-wijk>

Shiklomanov, I. A. (1999), *World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for the 21st Century*, State Hydrological Institute, St. Petersburg, Rusland.

Shiklomanov, I. A. (2000) 'Appraisal and Assessment of World Water Resources', *Water International*, 25:1, 11-32.

Smeets, R. (2019) *Circular revenue models in the civil and non-residential building sector; An investigation of existing barriers and the influence of product's functional lifecycle on their adoption*, Master's Thesis internship – master Sustainable Business and Innovation Universiteit Utrecht.

Stahel, W.R. (1982) 'The Product-Life Factor,' Mitchell Prize winning paper <http://product-life.org/en/major-publications/the-product-life-factor>.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockstrom, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, et al. (2015) 'Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet', *Science*, 347(6223): 1259855.

Sun, M. & R. Trudel (2016) 'The Effect of Recycling Versus Trashing on Consumption: Theory and Experimental Evidence', *Journal of Marketing Research*, Vol. LIV (April 2017), 293–305.

Tatoutchoup, F. D. (2016) 'Optimal rate of paper recycling', *Forest Policy and Economics*, 73 (2016) 264–269.

Transitieteam CBE (2018) *Transitie-agenda Circulaire Economie 2018*, Transitieteam Circulaire Bouweconomie, ondersteund door RVO.

UN (2018) '68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN', nieuws 16 Mei 2018 United Nations Department of Economic and Social Affairs, <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.

UN (2005) *Ecosystems and Human well-being; synthesis; a report of the Millennium Ecosystem Assessment*, kernteam: W. V. Reid, H. A. Mooney, A. Cropper, D. Capistrano, S. R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, T. Dietz, A. K. Duraiappah, R. Hassan, R. Kaspersen, R. Leemans, R.M. May, A.J. McMichael, P. Pingali, C. Samper, R. Scholes, R.T. Watson, A.H. Zakri, Z. Shidong, N. J. Ash, E. Bennett, P. Kumar, M.J. Lee, C. Raudsepp-Hearne, H. Simons, J. Thonell & M.B. Zurek, World Resources Institute, Washington, DC.: Island Press.

UN Habitat (2017) The New Urban Agenda, <https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>.

UNEP (2019) Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want, United Nations Environment Programme, International Resource Panel.

UNEP (2019b) Emission Gap Report 2019, United Nations Environment Programme.

UNEP (2018) Resource Efficiency for Sustainable Development: Key Messages for the Group of 20, rapport International Resource Panel, UN Environment.

UNEP (2011) Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel, 'auteurs': Fischer-Kowalski, M., M. Swilling, E.U. von Weizsäcker, Y. Ren, Y. Moriguchi, W. Crane, F. Krausmann, N. Eisenmenger, S. Giljum, P. Hennicke, P. Romero Lankao, A. Siriban Manalang, S. Sewerin, S.

UNEP (2010) UNEP Year Book 2010, United Nations Environment Programme, Nairobi: DEWA.

UNFCCC (2018) UN Climate Change Annual Report 2018, rapport United Nations Framework Convention on Climate Change, Duitsland.

UNFCCC (2016). Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015, Addendum, Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session, The Paris Agreement, United Nations Climate Change.

Valente (2012) 'Theorizing firm adoption of sustaincentrism', Organization Studies, 33(4), 563-591.

Vogl, J. (2015) Het financiële regime, Boom Filosofie.

Wiedenhofer, D. J.K. Steinberger & N. Eisenmenger & W. Haas (2015) 'Maintenance and Expansion; Modeling Material Stocks and Flows for Residential Buildings

and Transportation Networks in the EU25', Journal of Industrial Ecology, Vol 19 Number 4 p 538-551.

Wit, M. de, J. Hoozaad, S. Ramkumar, H., Friedl, A., Douma, et al., (2018) 'The circularity gap report: An analysis of the circular state of the global economy', Circle Economy 1-36.

Woerdman, E. (2019). Energietransitie en klimaatbeleid: tussen marktwerking en overregulering, Oratie 28 maart 2019, Rijksuniversiteit Groningen.

WWF (2020) Living Planet 2020, rapport World Life Fund.

Zimmermann, L., G. Dierkes, T. A. Ternes, C. Völker & M. Wagner (2019) 'Benchmarking the in Vitro Toxicity and Chemical Composition of Plastic Consumer Products', Environmental Science & Technology, 2019, 53, 19, 11467–11477.

VERDER LEZEN:

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2014). Value proposition design: How to create products and services customers want, John Wiley & Sons.

Muñoz, P., & Cohen, B. (2018) 'A Compass for Navigating Sharing Economy Business Models' California Management Review, 61(1), 114-147.

Lüdeke-Freund, F., S. Gold & N. M.P. Bocken (2018) 'A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns' Journal of Industrial Ecology, 23(1), 36-60.

Meer informatie en voorbeelden van circulaire ontwerpstrategieën zijn te vinden in de publicaties:

Circulaire stations – M. Oostra & Civic Architects 2019, te vinden op de website Spoorbeeld.nl

Circulaire gebouwen; Strategieën en praktijkvoorbeelden – De Circulaire Bouweconomie 2020

7. BIJLAGEN

7.1 ONTWIKKELING VAN DUURZAAMHEID DOOR DE JAREN HEEN

Voor duurzaamheid (Glavič & Lukman 2007) en circulariteit (Kirchherr e.a. 2017) zijn veel verschillende definities in omloop. Een veelgebruikte definitie in het kader van verduurzamen van de gebouwde omgeving, dus ook met betrekking tot het circulair maken ervan, is die van de commissie-Brundlandt (1987):

"Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs." (Brundlandt 1987)

EXPONENTIËLE GROEI HEEFT ZIJN GRENZEN

Sinds de oliecrisis en diverse milieuschandalen in de jaren zestig en zeventig, zijn we ons er steeds meer van bewust dat de aarde kleiner en kwetsbaarder is dan we altijd dachten. De Club van Rome onderzocht wat de extrapolatie van de maatschappelijk trends van dat moment betekende voor mens, milieu en maatschappij. Het rapport (Meadows e.a. 1972) concludeerde het volgende:

- Als de exponentiële groei van de wereldbevolking, industrialisatie, vervuiling, voedselproductie en grondstofdelving van begin jaren zeventig wordt doorgezet, worden de grenzen van de planeet binnen honderd jaar bereikt. Gevolg hiervan zullen een oncontroleerbare neergang van de bevolking en de industriële productiecapaciteit zijn.
- Het is mogelijk om deze exponentiële groei om te buigen naar een ecologisch en economisch stabiel toekomstbestendig model⁸.

⁸Of we zonder economische groei kunnen, is onderwerp van verhitte discussies. Zie voor een goed overzicht hiervan het boek *Prosperity without Growth* van Tim Jackson (2009) in opdracht van de Sustainable Development Commission in de UK.

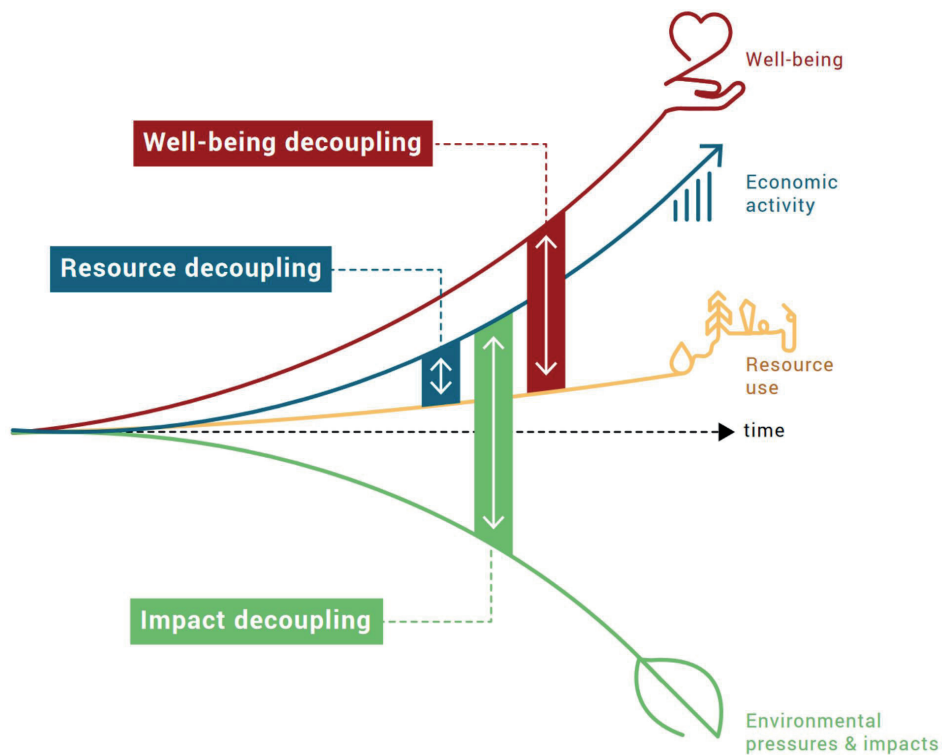
In deze nieuwe situatie kan worden voorzien in de basisbehoeften van alle wereldburgers, waarbij zij de mogelijkheid hebben zich naar eigen inzicht te ontwikkelen. Een dergelijke omslag in bevolkingsgroei heeft tijd nodig en moet geleidelijk worden doorgevoerd.

- Hoe eerder we beginnen met het inzetten van de hiervoor benodigde omslag, hoe groter de kans is dat deze ook succesvol kan worden. Het is bijvoorbeeld niet verstandig te wachten tot het jaar 2000, omdat de wereldbevolking en het grondstofgebruik dan al flink zijn toegenomen. Het duurt zo'n veertig jaar voordat je de resultaten ziet van het geleidelijk bijsturen van de bevolkingsgroei.

Mensen kunnen zich moeilijk een voorstelling maken van exponentiële groei. Bij exponentiële groei in tijden van een pandemie zijn ineen strengen maatregelen nodig om het zorg- en uitvaartsysteem niet te ontwrichten. Exponentiële groei van de bevolking, de daarmee gepaard gaande exponentiële groei van het gebruik van grondstoffen, voedselproductie en milieuvervuiling kunnen ervoor zorgen dat we zonder dat we het beseffen de beschikbare capaciteit van de aarde overschrijden.

ONTWIKKELING DOOR DE JAREN HEEN

Soortgelijke berichten en gedetailleerder onderzoek lieten in de decennia erna dezelfde uitkomsten zien. Het denkkader daarbij veranderde door de jaren enigszins van karakter (Reike e.a. 2018). In de jaren zeventig tot negentig werd vooral ingezet op het terugdringen van afval en vervuiling (o.a. n.a.v. Carson 1962), terwijl 1990 tot 2010 in het teken stond van eco-efficiency, oftewel het terugdringen van de milieu-impact (o.a. Stahel 1982). Vanaf 2010 kwam er aandacht voor waardedenken en eco-effectiviteit (Braungart e.a. 2007): niet de huidige dingen minder slecht maken maar de juiste dingen goed doen. Dit waardedenken is nog relatief nieuw, en behoeft nog verdere uitwerking (Homrich e.a. 2018; Kirchherr e.a. 2017).



Figuur 13 – Drie vormen van decoupling (UNEP 2019).

Parallel hieraan groeide het besef dat het voor ondernemers aantrekkelijk moet zijn om duurzame doelen op te nemen in hun bedrijfsvoering (Elkington 1997). De Europese Commissie heeft ingezet op groene en inclusieve groei. Om dit mogelijk te maken is decoupling noodzakelijk: de ontkoppeling van economische groei en het grondstoffengebruik (EC 2002).

Door in te zetten op stijging van welzijn in plaats van welvaart en hierbij minder grondstoffen in te zetten, milieuschade te beperken en zo veel mogelijk te herstellen helpt decoupling groene groei te bewerkstelligen (UNEP 2019). Er bestaat een onderscheid tussen relatieve en absolute

decoupling (IPCC 2007). Bij relatieve decoupling vindt er economische groei plaats en daalt de CO₂-uitstoot en/of het materiaalgebruik per omgezette euro, maar kan de algehele uitstoot en het materiaalgebruik als geheel nog stijgen. Dat is niet de bedoeling. Er is een absolute decoupling nodig tussen de productie van goederen en diensten en de schadelijke effecten voor het milieu (Jackson 2009). De EU is de afgelopen jaren wel efficiënter geworden, maar er is nog geen absolute decoupling gerealiseerd (CML e.a. 2005).

ONTWIKKELINGEN VAN 1970 TOT 2020 EN PROGNOSE

Hoe staat het nu met de destijds als problematisch gesignaleerde maatschappelijke trends door de Club van Rome? We bekijken achtereenvolgens de groei van:

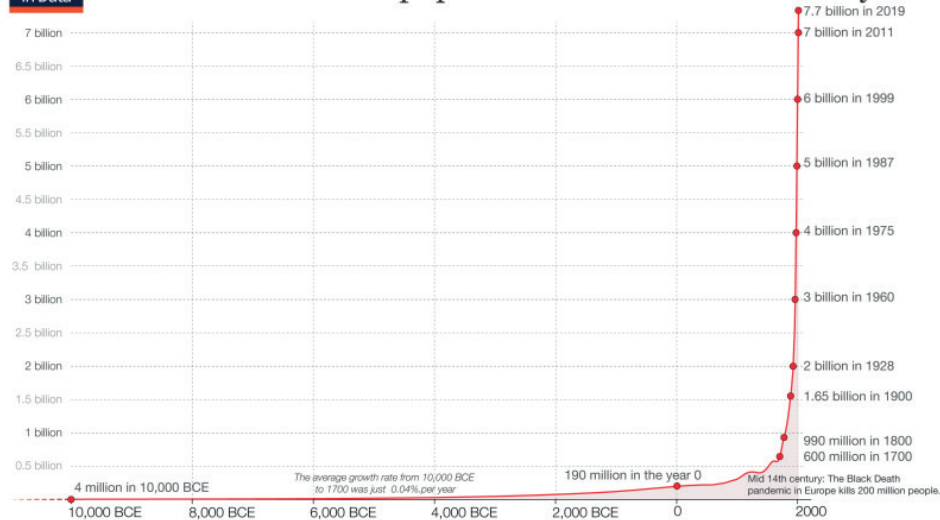
- De wereldbevolking;
- De economie, industrialisatie en inkomen;
- Het landgebruik en de verstedelijking;
- De vervuiling en planetary boundaries;
- Het grondstofgebruik

Wereldbevolking

De wereldbevolking is sinds de jaren zeventig bijna verdubbeld en stijgt nog steeds (Roser e.a. 2013). De omvang van de middenklasse is gegroeid en zal de komende tijd verder toenemen met 150% per twintig jaar, van 2 miljard mensen in 2010 naar 5 miljard in 2030 (Homi Kharas 2017).

In Nederland zal de bevolking naar verwachting blijven groeien tot bijna 19,6 miljoen inwoners in 2060. Tegelijkertijd zet ook de vergrijzing verder door; in 2040 zijn er twee keer zoveel personen van tachtig jaar of ouder dan nu (CBS 2019b).

Our World in Data The size of the world population over the last 12.000 years



Figuur 14 – Groei van de wereldbevolking (Our World in Data).

Economie, industrialisatie en inkomen

De economie is sinds de jaren zeventig, zoals in veel westerse landen, mede als gevolg van de industrialisatie sterk gegroeid. In Nederland is de economie meer dan verdubbeld. De groei in de Nederlandse economie zit de laatste decennia voornamelijk in de commerciële dienstverlening. De bouw is uitzonderlijk genoeg een sector waar de productiviteit en investeringen in industrialisatie al decennialang achterblijven.

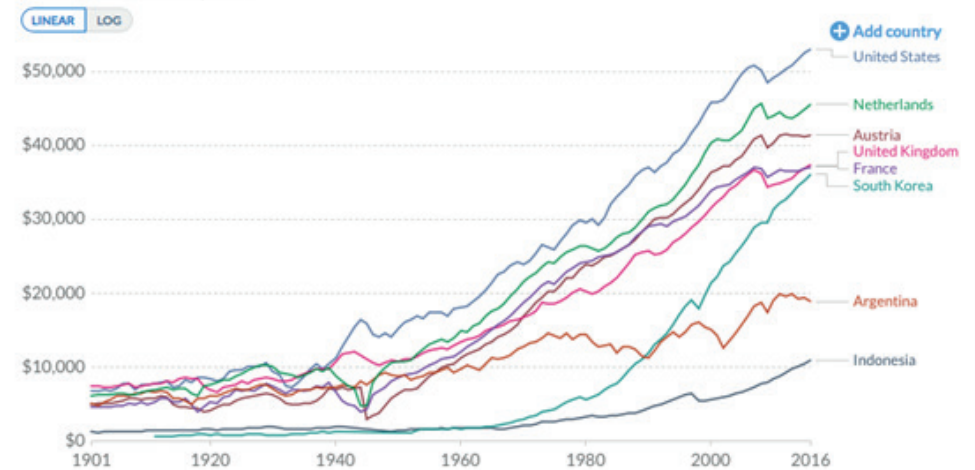
Het inkomen per hoofd van de bevolking is flink toegenomen, zoals figuur 15 laat zien. De loonontwikkeling ten opzichte van andere welvaartsbronnen is daarentegen sinds de jaren zeventig gestagneerd (Piketty 2014, Vogl 2005).

Landgebruik en verstedelijking

Veel van wat we doen, heeft gevolg voor de hoeveelheid land die we nodig hebben om in onze behoeften te voorzien. Als we bouwen, moet

Our World in Data GDP per capita, 1901 to 2016

GDP per capita adjusted for price changes over time (inflation) and price differences between countries – it is measured in international-\$ in 2011 prices.



Figuur 15 – Bruto Nationaal Product per hoofd van de bevolking (Our World in Data).

de woning ergens staan, maar ook het erts voor de stalen ligger moet worden gewonnen, het hout van de kozijnen moet ergens groeien en de energie die nodig is voor het bouwen en renoveren, moet ergens worden opgewekt. Er is dus een bepaalde hoeveelheid grond voor een bepaalde tijd nodig is. In dit verband is de meetmethodiek van de ecologische footprint⁹ interessant (Rees e.a. 1994, Rees e.a. 1996). Momenteel leven we in Nederland niet langer van de rente, maar teren we in op het natuurlijk kapitaal van onze planeet. Daarom is het belangrijk om te weten wat het ruimtebeslag is van een voorgenomen oplossing. Verkleint deze de negatieve impact van veel van onze handelingen op het milieu? Verkleint daarmee onze totale ecologische footprint?

9. De ecologische voetafdruk is de hoeveelheid milieu die nodig is om de goederen en diensten te produceren bij een bepaalde levensstijl. Door de EU gebruikte maatstaf om de menselijke impact op het milieu in kaart te brengen, data beschikbaar via het Global Footprint Network <https://www.footprintnetwork.org>.

Steeds meer mensen leven in steden¹⁰. Wereldwijd hebben steden ongeveer 2% van het land in gebruik, terwijl ze verantwoordelijk zijn voor zo'n 60% van het energiegebruik, 70% van de uitstoot van broeikasgassen en 7% van de afvalproductie (UN Habitat 2017). Door verstedelijking gaan we dus relatief efficiënt om met de ruimte, en zijn CO₂-emissies, energiegebruik en geproduceerd afval ruimtelijk gezien redelijk geconcentreerd.

Vervuiling & planetary boundaries

We gebruiken het milieu als reservoir om allerlei (giftige) stoffen op te vangen. Dat gaat vaak heel lang goed, tot we tegen systeemgrenzen aan lopen (Gunderson e.a. 2001). De stoffen raken verspreid in bodem, water of lucht. In Nederland is de vervuiling over het algemeen teruggedrongen tot onder de waarden die bedreigend zijn voor de volksgezondheid¹¹. Maar veel van de milieudoelen zoals geformuleerd in 2000 zijn nog steeds niet gerealiseerd (PBL 2015). Dit zijn met name zaken die geen directe probleemeigenaar hebben, zoals klimaatverandering, luchtkwaliteit en geluidsoverlast, of voor zaken waar een sterke tegenlobby is, zoals luchtvaart, mobiliteit en landbouw (Leroy 2019). Wat betreft ons welzijn en onze gezondheid toont wetenschappelijk onderzoek correlaties met door de mens geïntroduceerde chemische stoffen aan (Bluyssen 2009). Om te overleven is het belangrijk dat we met ons handelen binnen bepaalde capaciteitsgrenzen van de ecosystemen van de aarde blijven. Hiervoor is het essentieel de volgende grenzen in acht te nemen (Steffen e.a. 2015, Rockström e.a. 2009):

- *Carbonbudget*: de hoeveelheid CO₂ die kan worden uitgestoten opdat de opwarming van de aarde tot 2 of 1,5 graad beperkt blijft (Anderson e.a. 2008, Allen e.a. 2009, Meinshausen e.a. 2009, IPCC 2014).
- *Biodiversiteit*: de biodiversiteit is de afgelopen jaren sterk afgenomen, net op een moment dat we met onze economie op zoek zijn naar nieuwe

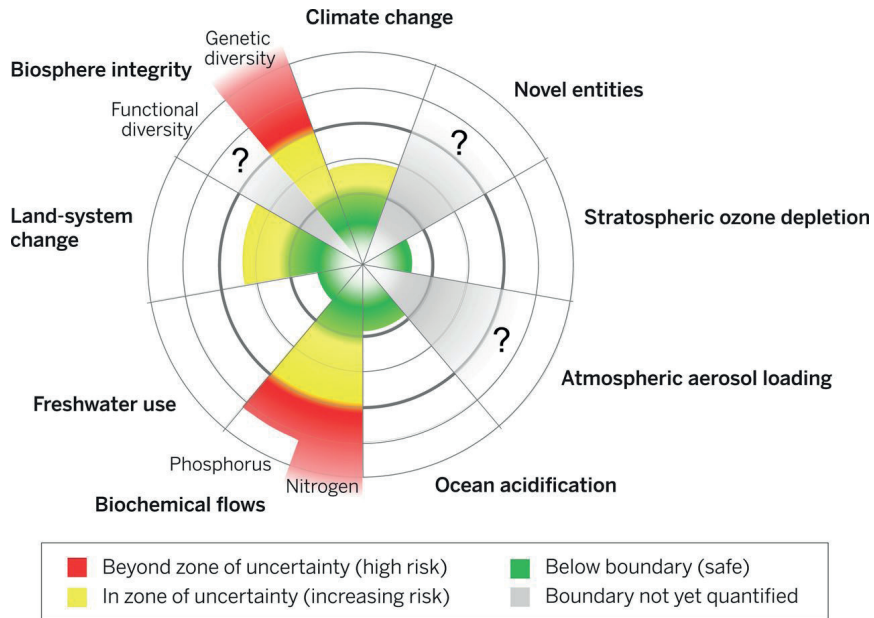
¹⁰ Van de wereldbevolking leeft momenteel 55% in stedelijk gebied (UN 2018). Naar verwachting zal dat percentage in 2050 toenemen tot 68%.

¹¹ Dit geldt overigens niet voor geluid en fijnstof (Leroy 2019).

bio-based oplossingen (WWF 2020, UN 2020).

- *Chemische vervuiling*: chemicaliën in het milieu hebben negatieve invloed op ecosystemen, de gezondheid van mensen en op andere planetary boundaries (Jenssen 2006, Noyes ea 2009).
- *Doordemensgeïntroduceerde nieuwe soorten*: genetisch gemodificeerde soorten hebben onbedoelde bijeffecten (Jensen e.a. 2003).
- *De verzuring van de oceanen* als gevolg van de CO₂-opname leidt tot veranderingen van mariene organismen en ecosystemen en heeft direct schadelijke gevolgen voor kalkachtige skeletstructuren van mariene soorten (Fabry e.a. 2008).
- *Land system change*: veranderingen in landgebruik en wisselingen van gewassen vinden lokaal plaats, maar hebben impact op het totale systeem van de aarde (Bruinsma 2009, Foley e.a. 2005, Rockström e.a. 2009).
- *Zoetwatervoorraden*: er is steeds meer behoefte aan zoetwater terwijl de voorraden steeds verder teruglopen (Shiklomanov 1999, 2000).
- *Stikstof- en fosforhuishouding*: fosfor en stikstof spoelen grotendeels uit en worden via het grondwater, sloten en rivieren afgevoerd naar de oceaan. De stikstof leidt tot algengroei en vermindering van de biodiversiteit. Door fosfor daalt het zuurstofgehalte in oceanen en het wordt in verband gebracht met massale sterfte van zeeleven in het verleden (Handoh & Lenton 2003).
- *De groeiende atmosferische aerosolbelasting* versterkt global warming (Andreae 1995) en heeft gevolgen voor de gezondheid.

Overschrijding van de hieraan verbonden capaciteitsgrenzen zal onherstelbare en abrupte veranderingen in onze leefomgeving veroorzaken, waardoor de leefomstandigheden voor mensen op aarde drastisch verslechteren. Rockström en andere wetenschappers noemen dit daarom de planetary boundaries. Ze sluiten overigens niet uit dat in de toekomst nog andere grenzen aan dit lijstje moeten worden toegevoegd (Steffen e.a. 2015, Rockström e.a. 2009). Voor sommige zaken weten we nog niet hoe we ze moeten monitoren, vandaar de vraagtekens in figuur 16.



Figuur 16 – Geïdentificeerde grenzen van de aarde waarbinnen de mensheid veilig kan opereren (Steffen e.a. 2015).

Grondstoffen

Met de toenemende welvaart en een groeiende wereldbevolking steeg de mondiale consumptie, wat leidde tot een steeds grotere vraag naar grondstoffen. De verachtvoudiging van het materiaalverbruik de laatste honderd jaar ligt niet zozeer aan de toename per capita, die verdubbelde, maar wel aan de verviervoudiging van de wereldbevolking (UNEP 2010). In de afgelopen 45 jaar is het wereldwijde gebruik van grondstoffen¹² verdrievoudigd van 26,7 miljard ton in 1970, naar 84,4 miljard ton in 2015, en de snelheid waarmee het gebruik stijgt, neemt alleen maar toe (De Wit e.a. 2018).

De sector met wereldwijd de grootste voetafdruk is die van de bouw en

¹² Bedoeld wordt het totaal aan primair, secundair en circulair materiaalgebruik. Definities van deze termen zijn te vinden in de bijlage.

het onderhoud van huizen, kantoren, wegen en andere infrastructuur. Jaarlijks wordt voor nieuwbouw en renovatie wereldwijd 38,8 miljard ton aan grondstoffen ingezet (Circle Economy 2020).

Tegelijkertijd neemt het aantal ontdekkingen van grondstofdeposito's af. Bovendien worden exploratie en mijnbouw steeds moeilijker, omdat de activiteiten onder steeds zwaardere omstandigheden en op meer afgelegen locaties plaatsvinden. De hoeveelheid grondstof in de ontdekte ertsen zijn lager, de relevante ertslichamen liggen dieper en de vergunningsprocessen duren langer. Daarom stijgen de kosten voor exploratie (Ericson 2008).

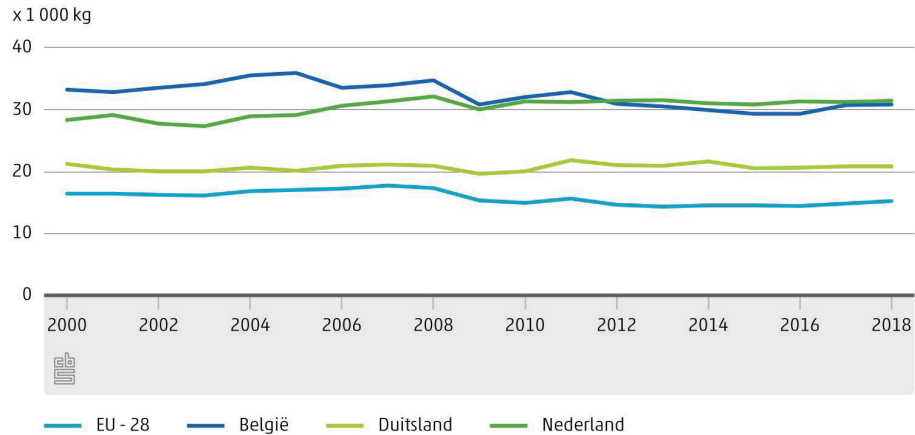
De Nederlandse economie is voor 24,5% circulair (Circle Economy 2020). Alhoewel dat veel beter is dan de meeste andere landen, betekent dit dat er een gat te overbruggen is van 75,5% voordat we het doel van een circulaire economie hebben bereikt. We richten ons daarbij voornamelijk op laagwaardig hergebruik, bijvoorbeeld het gebruik van betonpuin in de fundamente van wegen¹³. Hergebruik van bouw- en sloopafval is met 98% het hoogste van Europa (Wiedenhofer e.a. 2015).

Nederland scoort wereldwijd gezien goed op het gebied van recycling¹⁴. In Europa zitten we in de top drie met een recycling rate van 1.700 kilogram per hoofd van de bevolking per jaar (CBS 2020b). Dat komt niet doordat burgers steeds meer zijn gaan recyclen, maar vooral doordat er meer betonpuin uit de bouw wordt hergebruikt (CBS 2020b).

Omdat Nederland relatief veel materialen uitvoert ligt de materiaalinzet ook relatief hoog. De materiaalinzet is sinds 2000 gestegen en relatief meer grondstoffen komen sindsdien uit het buitenland. Dit betekent dat de afhankelijkheid van andere landen is toegenomen, evenals het aan vervoer gekoppelde energieverbruik.

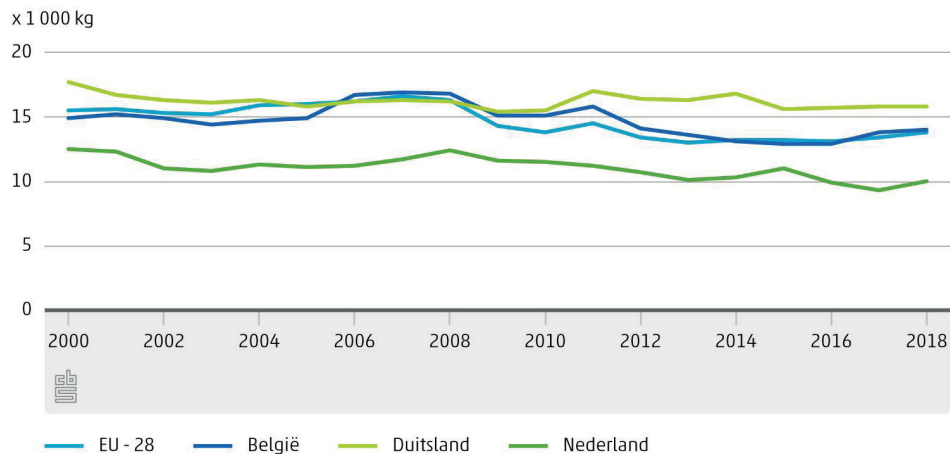
¹³ In de wegenbouw wordt dit overigens niet gezien als laagwaardige toepassing.

¹⁴ Recycling en hergebruik is één aspect van circulariteit, zoals zal blijken in het volgende hoofdstuk.



Figuur 17 – Materiaalinzet per inwoner (CBS 2020b, Eurostat).

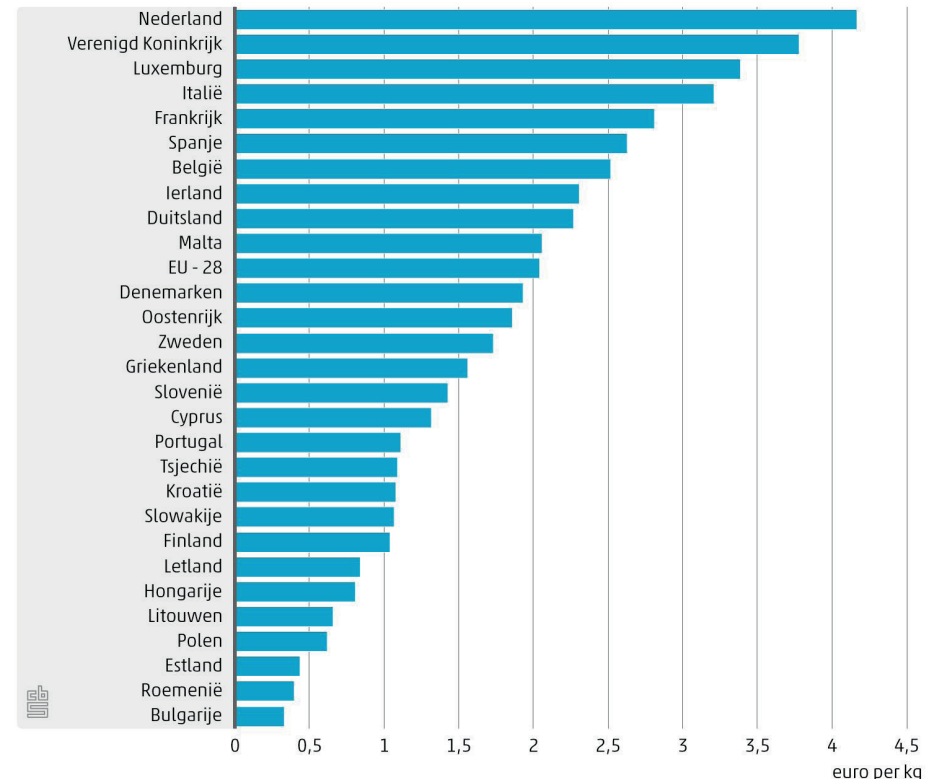
Toch is er vooruitgang op het gebied van materiaal- en grondstofgebruik. De materiaalconsumptie ligt daarentegen relatief laag en was in 2018 ruim 20% lager dan in 2000. De Nederlandse materiaalconsumptie per inwoner is lager dan het EU-gemiddelde. Omdat de afstanden tussen steden en dorpen in Nederland relatief klein zijn, is de hoeveelheid bruggen, kilometer rails en wegen lager dan in grotere minder dichtbevolkte landen.



Figuur 18 – Materiaalconsumptie per inwoner (CBS 2020b, Eurostat).

Materiaalproductiviteit geeft weer hoe efficiënt een land met grondstoffen omgaat. Het laat zien hoeveel euro er verdiend wordt met iedere kilogram materiaal. Materiaalproductiviteit wordt bepaald door het bruto binnenlands product (BBP, in euro's) af te zetten tegen de totale materiaalconsumptie in kilo's. De materiaalproductiviteit varieert erg tussen verschillende sectoren binnen de economie.

De Nederlandse materiaalproductiviteit is ook de hoogste van alle EU-landen. Oorzaken hiervoor zijn de relatief lage consumptie van mineralen voor de bouw en, meer algemeen, de relatief grote dienstensector (CBS 2020b). Toch lukt het Nederland niet om het totale materiaalgebruik te laten afnemen, evenals de aan het materiaalgebruik gerelateerde milieu-impact (CML e.a. 2005).



Figuur 19 – Materiaalproductiviteit in 2018 in euro/kg (CBS 2020b, Eurostat).

DUURZAAMHEID – NEXT LEVEL

Deze langjarige trends laten zien dat we tegen grenzen aan lopen van wat er mogelijk is. Alle aardbewoners moeten worden gevoed, willen een dak boven het hoofd en hebben recht op gezondheidszorg, scholing en bestaansmiddelen. Daarbij groeit de wereldbevolking nog steeds en stijgt de gemiddelde economische welvaart. Dit zorgt ervoor dat we steeds efficiënter moeten omgaan met de ons ter beschikking staande middelen. We kunnen er niet langer van uitgaan dat we binnen de beschikbare capaciteit van planeet aarde blijven.

Echter, ons huidige economisch systeem kan niet zonder groei. Los van het feit dat mensen in ontwikkelingslanden recht hebben hun leefomstandigheden te verbeteren, is een dergelijke groei ook nodig in welvarende landen. Krimp, ook wel aangeduid als ‘degrowth’ of ‘décroissance’, zorgt voor vraaguitval waardoor mensen werkloos raken, er minder geïnvesteerd wordt in innovatie, de concurrentiekracht van een land ten opzichte van andere landen vermindert en een recessiespiraal ontstaat (Jackson 2009).

In ons dichtbevolkte land willen we een groot deel van de wereld voeden, terwijl de verstedelijking doorgaat en er nieuwe opgaven ontstaan die ook ruimte nodig hebben. Zo zoeken we ruimte voor één miljoen nieuwe woningen en vraagt de energietransitie ruimte voor het plaatsen van hernieuwbare energiebronnen zoals zonneweides en windmolens.

Bij Nederlanders zit het efficiencydenken sterk in de genen verankerd, wat ons een goede uitgangspositie geeft op weg naar een circulaire economie. Aangemoedigd door overheden hebben sommige bedrijven ervaren dat het loont om door middel van grondstofmanagement de hoeveelheden benodigde grondstoffen te verminderen en reeds gebruikte grondstoffen opnieuw te gebruiken (Oostra 2014). Hierdoor bleek het haalbaar om een kwart minder afval te produceren en 30% kosten te besparen.

De introductie van de circulaire economie komt vanuit het besef dat je naast vermindering van afval en vervuiling, eco-effectiviteit, eco-efficiency en waardedenken in het kader van het streven naar duurzaamheid, niet zonder bedrijven kunt en in het verlengde ervan mensen de mogelijkheid moet bieden om bestaansmiddelen te genereren. Daarnaast is duidelijk geworden dat decoupling, het meer doen met minder grondstoffen, niet genoeg resultaat oplevert. Waar kan materiaalgebruik gereduceerd worden, of misschien zelfs worden gestopt met de inzet van materialen? Het is tevens noodzakelijk om kringlopen te verlengen, niet alleen door hergebruik van materialen, maar door producten opnieuw te gebruiken en ze met onderhoud, opknappen, opwaarderen en upcyclen zo lang mogelijk in de loop te houden, waardoor er uiteindelijk minder materialen nodig zijn voor hetzelfde niveau van welbevinden. Liefst door meer waarde te creëren met minder grondstoffen en minder milieuschade.

7.2 - INSPIRERENDE VOORBEELDEN

Algemene projecten:

- Tijdelijke Rechtbank
- Buitenplaats Brienoord
- Patch22
- Solids

Woningbouwprojecten:

- Stadstuin Overtoom - Amsterdam
- Resource Rows - Kopenhagen
- Superlocal - Heerlen
- Olsterwold

TIJDELIJKE RECHTBANK

Locatie: Amsterdam

Opdrachtgever: Rijksvastgoedbedrijf (RVB)

Realisatie: consortium DPCP (Du Prie bouw & ontwikkeling & cepezedprojects)

Architect: Cepezed

Oplevering: 2016

Bouwdeel G is binnen een Design, Build, Maintain & Remove (DBMR)-opdracht van het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) gerealiseerd door consortium DPCP, een combinatie van Du Prie bouw & ontwikkeling en ontwikkelaar Cepezedprojects. Cepezed en Cepezedinterieur vervaardigden integraal het architectonisch en interieurontwerp.

Het project was in de markt gezet middels een concurrentiegerichte dialoog (De Circulaire Bouweconomie 2020b), waarbij ruimte is voor gesprek tussen opdrachtgever en de gegadigden. Het RVB heeft met de DBMR-opdracht hoog ingezet op het voorkomen van verspilling en het maximaliseren van de restwaarde van het gebouw na de initiële gebruiksperiode. Het gebouw is daarom goed aanpasbaar ontworpen



en laat straks de mogelijkheid tot steeds ander gebruik door steeds andere bewoners op steeds andere locaties; de verwijdering en het hergebruik zijn binnen de opdracht contractueel vastgelegd. In welke mate de restwaarde van het project wordt gerealiseerd, zal in 2021 blijken wanneer het gebouw op een nieuwe plek een nieuwe functie krijgt.

Om het bouwdeel zo aanpasbaar en circulair mogelijk te maken, is het ontworpen als kit of parts en even gemakkelijk te monteren als te demonteren en remonteren. Samen met ingenieursbureau IMd heeft cepezed bijvoorbeeld een speciaal bevestigingssysteem voor de kanaalplaatvloeren ontwikkeld, dat ontkoppeling en hergebruik van de vloerdelen optimaal faciliteert. Ook bij de knopen van de staalconstructie is extra rekening gehouden met de- en remontage.

BUITENPLAATS BRIENENOORD

Locatie: Rotterdam

Opdrachtgever: Stichting Grondvesten

Architect: Superuse Studio's

Oplevering: 2018

Superused: Loods



Stichting Grondvesten stelde het architectenbureau voor een interessante uitdaging; het doel om op het eiland Brienoord een nieuw kamphuis te realiseren onder de naam Buitenplaats Brienoord. Naast een gevraagde 'social return on investment ratio' van 10:1 én een minimale ecologische voetafdruk, waren er ook nog twee andere factoren die richting gevend waren aan het project;

- Het eiland is ontsloten met een oude brug die maximaal 15 ton aan last kan hebben. Een vrachtwagen weegt zonder vracht al snel 19 ton.

- De opgehaalde gelden leiden tot een zeer uitdagend budget. De materialen en zelfs fundering van het oude Kamphuis is zoveel mogelijk hergebruikt en dient als input voor het nieuwe gebouw.

Bouwsom van het project was €300.000 voor een vloeroppervlak van ±280 m² exclusief de verdiepingsvloeren. Het totale volume bedraagt ongeveer 1750 m³.

90% van het oude gebouw is hergebruikt, op bevestigingsmateriaal, 5 houten spanten, kolomschoenen en het glas in de kozijn op de zuidgevel na is alles gemaakt van materiaal met een vorig leven.

PATCH22

Locatie: Amsterdam

Ontwikkeling & architectuur: Tom Frantzen Architects

Realisatie: Hillen & Roosen

Oplevering: 2017

Het project is winnaar van de Duurzaamheidstender Buiksloterham 2009 en ontwikkeld op initiatief, rekening en risico van architect Tom Frantzen en bouwmanager Claus Oussoren om zelf wèl te realiseren wat hen eerder voor opdrachtgevers nooit lukte. Een gebouw met overmaat, maximale flexibiliteit, bijzondere architectuur en een hoge mate van duurzaamheid, niet omdat het moet maar omdat het hoort.

Patch22 is in 2009 ontworpen met een GPR score van 8,9 en een EPC van 0,2. Het dak is volledig vol gelegd met PV panelen waardoor het gebouw energieneutraal is. Regenwater wordt opgevangen en hergebruikt in een grijswater circuit.

De warmte wordt opgewekt met CO₂ neutrale pelletketels, gestookt op geperst afvalhout uit de houtindustrie. Het 30m hoge woon-werkgebouw is vervaardigd met de hernieuwbare grondstof hout als voornaamste

constructie- en gevelmateriaal. Het 5400m² grote gebouw kan veranderen van een werkgebouw naar een woongebouw en andersom zonder dat er aanpassingen aan het casco nodig zijn. Om flexibele indelingsmogelijkheden aan te bieden zijn speciale voorzieningen aangebracht.

De verdiepingen kunnen gebruikt worden als maximaal 540m² grote loft-appartementen met enorme balkons, als maximaal 8 kleinere appartementen of als gedeelde kantoorvloeren vanwege het ontbreken van constructieve scheidingswanden, de hoge verdiepingshoogtes van 4m en de hoge vloerbelastingen van 4KN. De appartementen hebben volledige indelingsvrijheid doordat het leidingwerk door bewoners zelf aangelegd kan worden in de holle vloeren met demontabele toplaag. In PATCH22 zijn 5 eengezinswoningen en 26 totaal verschillende woonwerkruimtes gerealiseerd waarin de eigenaar kan doen en laten wat hij wilt (de Architect 2016).



SOLIDS

Locatie: Amsterdam

Opdrachtgever: woningcorporatie Stadsgenoot

Architect: Baumschlager Eberle Architekten of Tony Fretton Architects

Realisatie: Coen Hagedoorn Bouwgroep

Oplevering: 2011



De Solids 1 & 2 (Baumschlager Eberle Architekten 2011) en 11 (Fretton Architects 2011) zoals gebouwd door woningcorporatie Stadsgenoot in Amsterdam zijn gerealiseerd vanuit het idee van maximale flexibiliteit door centraal in de plattegrond verticale leidingenschachten op te nemen. Op deze leidingenschachten kunnen de installaties worden aangesloten van de verschillende inbouwpakketten. De bewoners zijn in deze complexen vrij om zelf het aantal benodigde vierkante meters te bepalen dat zij willen huren. Verder kunnen zij zelf bepalen welke functie(s) zij onderbrengen, mits binnen de grenzen van het betamelijke, en een daarbij passende indeling van de plattegrond maken. Omdat er

in Nederland nog steeds geen volwassen inbouwindustrie is ontstaan gericht op de woningmarkt (behalve op het gebied van keukens en badkamers), heeft Stadsgenoot het initiatief genomen om potentiële aanbieders ervan in kaart te brengen en een inbouwbeurs te organiseren voor de eerste lichte huurders (Platform31, 2013).

STADSTUIN OVERTOOM

Locatie: Amsterdam

Opdrachtgever: Woningbouwcorporatie Eigen Haard

Realisatie: ERA Contour, sloopbedrijf Oranje

Architect: KOW

Oplevering: 2016



In Amsterdam Nieuw-West heeft Eigen Haard op een nieuwe manier de opgave voor de vervangende nieuwbouw voor 360 verouderde portiekwoningen in de markt gezet. Hiervoor in de plaats zijn 480

nieuwe appartementen gebouwd. Deze uitvraag is gewonnen door het consortium Co-Green, een samenwerking van ontwikkelaar en bouwer ERA Contour met KOW architecten en sloopbedrijf Oranje. Doel was de klimaatneutrale wijk Stadstuin Overtoom te realiseren als onderdeel van de herstructurering van de Amsterdamse wijk Overtoomse Veld, een oude Vogelaarwijk. Het project bestaat uit zes wooncomplexen, die een mix zijn van koop- en huurwoningen in de sociale en vrije sector. De ambitie van Eigen Haard is om circulariteit en energiegebruik te combineren. Door hergebruik van materialen en met energiezuinige installaties menen ze met Stadstuin Overtoom een goed begin te hebben gemaakt.

Bij de uitvraag mocht de sloop van de oude woningen niet ter discussie worden gesteld en voor de materiaalkant van de opgave werden de volgende ambities meegegeven (De Circulaire Bouweconomie 2020b):

- Klimaatneutraal slopen, bouwen en bewonen:
 - o Reductie van de CO₂-uitstoot van het sloop- en bouwproces;
 - o 90% hergebruik van het vrijkomende materiaal in de nieuwe bebouwing;
 - o Reductie van CO₂-uitstoot in de exploitatiefase
- Een pakket van zichtbare maatregelen gekoppeld aan leefbaarheid;
- Kostenneutraliteit over de gehele exploitatieperiode;
- Lagere exploitatielasten voor bewoners;
- Repeteerbaarheid van de aanpak;
- Goede samenwerking tussen partijen.

Op asbest- en teerhoudende materialen na kon alles opnieuw worden gebruikt, 98% van het sloopmateriaal. Hiervan zijn 30% van de materialen hergebruikt in Stadstuin Overtoom. Bakstenen zijn deels verwerkt in nieuwe bakstenen. Beton werd hergebruikt voor de bouwkundige constructie en kalkzandsteen ging terug naar de fabriek. Belangrijk bleek de aandacht voor het scheiden van sloopmateriaal en het met zorg stap voor stap ontmantelen van de gebouwen. Dat is niet altijd makkelijk.

Leveranciers vinden het lastig om garantie op de kwaliteit te geven bij hergebruik van oude materialen. Daarom is de woningbouwcorporatie in gesprek gegaan met leveranciers van bouwmaterialen en zijn er afspraken gemaakt. Belangrijk is het volgens hen om daarbij als uitgangspunt te nemen dat je investeert in een langetermijnrelatie. Dan kan je met elkaar vertrouwen opbouwen. Ketensamenwerking is daarom een van de doelstellingen van het concept Co-Green.

Co-Green is een concept waarmee de markt uitgedaagd wordt de meest duurzame, innovatieve oplossingen voor slopen, bouwen en bewonen aan te bieden. Het is ontwikkeld door Eigen Haard samen met ontwikkelaar en bouwer ERA Contour, architect KOW en sloopbedrijf Oranje. Hierdoor bleek het mogelijk om zonder extra kosten voor bewoners tot klimaatneutrale woningen te komen.

Eigen Haard ziet het als haar taak om die vraag te formuleren en de keten in gang te zetten. De ambitie tot circulariteit moet hoort volgens hen bij de ontwikkelende partijen te liggen. Bewoners zijn gewoon op zoek naar een betaalbare woning op een handige locatie die liefst ook comfortabel is (RVO 2016).

RESOURCE ROWS

Locatie: Ørested Zuid, Kopenhagen, Denemarken

Opdrachtgever: NREP

Realisatie: AG Gruppen

Architect: Lendager

Oplevering: 2019

Een masterplan voor dit deel van Ørestad werd in 1995 gemaakt door het Finse bedrijf ARKKI. Daarbij zijn het wegenverloop en bouwpercelen hetzelfde gebleven, maar de invulling ervan is veranderd.



Opvallende kenmerken van het gebouw zijn de gevelplaten van gerecycled metselwerk. Dit zijn geen oude bakstenen die uit gesloopte gebouwen zijn gehaald, schoongemaakt en opnieuw tot elementen zijn samengevoegd. Het zijn in panelen die uit gebouwen van de Carlsberg-site in Kopenhagen zijn gezaagd toen deze werden gesloopt. Oude kalkmortels zijn bros en brokkelen af als een gebouw wordt afgebroken. Individuele stenen kunnen dan relatief makkelijk worden gereinigd en hergebruikt, maar moderne mortel is zo sterk dat stenen beschadigd raken of versplinteren als je ze afzonderlijk probeert schoon te bikken. Deze methode voor het maken van gevelplaten voor nieuwe gebouwen is door Lendager eerder getoond in het Deense Architectuurcentrum, maar hebben nu in een eerste toepassing gevonden in dit woningblok (Danish Architecture & Design Review 2019). Verder is in dit project hout hergebruikt uit de metro van Kopenhagen en resthout van vloerfabrikant Dinesen. Het project bestaat uit 29 rijtjeswoningn en 68 appartementen.

SUPERLOCAL

Locatie: Kerkrade, IBA Parkstad

Opdrachtgever: woningcorporatie HEEMwonen

Realisatie: sloopaannemer Dusseldorp samen met in totaal 12 partijen



In Bleijerheide, een gebied met leegstaande hoogbouwflats wil een consortium van partijen in het kader van IBA Parkstad componenten en materialen van oude flats hergebruiken voor de bouw van circa 130 nieuwe woningen en de inrichting van de openbare ruimte. Daarnaast is de ambitie om de sociale structuren tussen bewoners intact te laten en een waterkringloop in het gebied te realiseren. Drie proefwoningen gemaakt van sloopmateriaal uit oude hoogbouwflats zijn onderdeel van dit experiment. Op basis van de ervaringen die hiermee op worden gedaan worden ongeveer 130 nieuwe woningen gerealiseerd en de inrichting van het openbare gebied verder vorm gegeven.

In drie proefwoningen worden verschillende recycletechnieken getest. Ten eerste is daar natuurlijk het demonteren van het oude flatgebouw dat daar niet voor is ontworpen. Dat bleek lastiger dan gedacht. In eerste instantie is door sloopaannemer Dusseldorp het casco voor een complete woning uit de oude flat gehaald. Met het gewicht en de omvang van de betonnen casco bleek dat geen sinecure. Maar na enkele pogingen zijn toch grote delen van het casco uit de flat gehesen voor

hergebruik. Een heel casco is neergezet bij wijze van paviljoen. Verder is het beton op locatie gebroken en verwerkt tot gerecycled beton, met 85 procent hergebruikt granulaat dat is ingezet voor de fundering van de drie circulaire woningen en het aanstorten van buitenmuren en constructieve wanden. Diverse hergebruikte materialen zoals hout, leisteen uit de buurt, en van gerecycled beton gemaakte blokken worden in de proefwoningen getest. Op basis van deze resultaten wordt een haalbaarheidstudie gemaakt voor de te realiseren woningen (Parkstad Limburg 2020).

OSTERWOLD

Locatie: Almere-Zeewolde



Oosterwold is een gebied van 4.300 hectare in het midden van Nederland, ten oosten van Almere en ten westen van Zeewolde. In Oosterwold werken de gemeenten Almere en Zeewolde, Rijksvastgoedbedrijf, provincie Flevoland en Waterschap Zuiderzeeland samen aan een nieuwe aanpak van klimaatneutrale gebiedsontwikkeling. Het gebied biedt plaats aan 15.000 nieuwe woningen met het doel om het groene en agrarische karakter ervan te behouden. De lokale overheid streeft ernaar een rijke variatie aan woon- en werkomgevingen en voorzieningen in lage

dichtheden, als tegenhanger van de hogere dichtheden in het westen. Als basis zijn zes ambities geformuleerd (RRAAM 2012): 1. Oosterwold biedt initiatieven maximale vrijheid; 2. Oosterwold ontwikkelt zich organisch; 3. Oosterwold is een doorlopend groen landschap; 4. Oosterwold heeft stadslandbouw als groen kader; 5. Oosterwold is duurzaam en zelfvoorzienend; 6. Oosterwold is financieel stabiel.

Zeewolde heeft in een eerste experimenteel onderzoek in 2007 de ambitie voor duurzaamheid en zelfvoorziening in kaart gebracht, waarin duurzaamheid en zelfvoorziening als klimaatneutraliteit werden omgedoopt en vervolgens onderverdeeld in drie componenten: energieneutraal, waterneutraal en afvalneutraal.

De twee gemeenten schreven een gezamenlijk visiedocument als raamwerk waarin wordt beschreven onder welke voorwaarden burgers en ondernemers in het gebied aan de slag kunnen. Een belangrijk onderdeel van dit raamwerk is de conditiekaart. Deze kaart geeft aan welke omstandigheden in het gebied gelden op basis van actuele gebiedskenmerken, beleidskaders en toekomstige ontwikkelingen. De ontwikkelingsstrategie 'Landgoed voor Initiatieven' was de basis voor het opstellen van een intergemeentelijke structuurvisie voor Oosterwold.

De gemeenteraden van Almere en Zeewolde hebben dit in 2013 vastgesteld. Deze structuurvisie biedt de mogelijkheid om initiatieven in Oosterwold uit te nodigen en te faciliteren. Om af te wijken van het huidige bestemmingsplan was een uitgebreide WABO-vergunningsprocedure nodig. De eerste acht vergunningaanvragen in Oosterwold zijn getoetst aan deze structurele visie. Voor de eerste fase van Oosterwold op het grondgebied van Almere is door het stadsbestuur van Almere een bestemmingsplan opgesteld dat als maatstaf dient voor het testen van nieuwe vergunningen. Er zijn ook mogelijke ontwikkelingen verbonden met de Eemvallei op het grondgebied van Zeewolde. Deze kunnen

worden herzien op basis van de intergemeentelijke structuurvisie.

Er zijn 10 principes (Almere 2016, Almere 2016b) geformuleerd waaraan projecten moeten voldoen:

1. Mensen maken Oosterwold
2. Vrije keuze van kavels
3. Vaste ruimteverdeling
4. Specifieke kavels met specifieke ruimtelijke spreiding
5. Vrijheid en beperkingen voor gebouwen
6. Gebouwinfrastructuur
7. Oosterwold is groen
8. Veel is zelfvoorzienend
9. Elk kavel is financieel zelfvoorzienend
10. Overheidsinvesteringen volgen particuliere investeringen op

De 'eindgebruiker' is degene die zich daadwerkelijk in Oosterwold vestigt en werkt. Hij of zij is verplicht minimaal twee jaar in de woning te wonen. Een collectief initiatief wordt gezien als een groep eindgebruikers die gezamenlijk verantwoordelijk is. Bij grondontwikkelingen die niet in handen zijn van Rijksvastgoedbedrijf en gemeente Almere kunnen ze het niet afdwingen, daarom worden ontwikkelaars gesprekken met de regiodirecteur aangemoedigd om de eindgebruikersfilosofie centraal te stellen in ontwikkeling, realisatie en beheer. Er wordt nader onderzocht in hoeverre het publiekrecht, waaronder de nieuwe Omgevingswet, mogelijkheden biedt om een eindgebruikersgerichte filosofie te waarborgen (Almere 2016, 2016b, Almere & Zeewolde 2013, RRAM 2012).

7.3 MATERIAALHERGEBRUIK – ELEMENTAIRE BEGRIPPEN

Circulair materiaalgebruik | Is de Nederlandse vertaling van circular material use rate (CMUR). Beschrijft het aandeel secundair materiaal in het totale materiaalgebruik (primair plus secundair) in procenten (PBL e.a. 2020).

Materiaalinzet per hoofd van de bevolking | Het totaal aan materiaal dat Nederland binnenkomt en in Nederland zelf wordt gewonnen en gebruikt omgerekend per hoofd van de bevolking (CBS 2020c).

Materiaalconsumptie per hoofd van de bevolking | Het totaal aan materiaal dat Nederland binnenkomt en in Nederland zelf wordt gewonnen en gebruikt met aftrek van de geëxporteerde materialen omgerekend per hoofd van de bevolking (CBS 2020c).

Materiaalproductiviteit | Het bruto binnenlands product (bbp) afgezet tegen de directe materiaal consumptie (DMC) (CBS 2019c).

Primair materiaalgebruik | De massa aan primaire grondstoffen of materialen, halffabricaten en producten uit primaire grondstoffen die worden gebruikt als inzet in de economie (DMI) of geconsumeerd door huishoudens, bedrijven (investeringsgoederen) of de overheid. Met deze term worden zowel materialen beschreven die opnieuw kunnen worden gebruikt als materialen die worden verbruikt, zoals brandstoffen of voedsel (PBL e.a. 2020).

Recyclingspercentage | De Nederlandse vertaling van recycling rate. Deze term is één van de meest gebruikte indicatoren om verbetering te monitoren van activiteiten met betrekking tot afvalrecycling en efficiënt grondstoffengebruik. In principe wordt het recyclingpercentage berekend als de proportionele waarde (%) van het afval dat wordt gerecycled van de totale hoeveelheid geproduceerde afval. Een verhoging van deze indicator betekent meestal dat er vooruitgang wordt geboekt in de recyclingactiviteiten. Veel landen definiëren en

berekenen het recyclingpercentage echter op een andere manier. Recyclingpercentages kunnen verschillende vormen van hergebruik aanduiden zoals de hoeveelheid materiaal dat wordt teruggewonnen, of wordt ingezameld of uiteindelijk wordt hergebruikt (Hotta e.a. 2016).

Resource efficiency | Is het maximaliseren van het aanbod van geld, materialen, personeel en andere activa waaruit een persoon of organisatie kan putten om effectief te functioneren, met minimale verspilde (natuurlijke) hulpbronnen. Het betekent dat de beperkte hulpbronnen van de aarde op een duurzame manier worden gebruikt en de impact op het milieu tot een minimum wordt beperkt. Een combinatie van effectiviteit, efficiëntie en meest economische oplossing. Of zoals het UN Resource Panel zegt: betere economische resultaten boeken en een hoger welzijnsniveau bereiken, terwijl minder natuurlijke hulpbronnen worden gebruikt en de milieubelasting, waaronder de uitstoot van broeikasgassen, wordt verminderd – ergo: meer met minder (UNEP 2018).

Secundair materiaalgebruik | De massa aan materialen die opnieuw in de economie worden ingezet. Secundaire materialen bestaan uit afval en bijproducten die direct na het vrijkomen, inzamelen of voorbewerken weer als materiaal in het productieproces worden ingezet (PBL e.a. 2020).

7.4 ENERGIETRANSITIE – ELEMENTAIRE BEGRIPPEN

Er worden rondom de energietransitie vaak meerdere begrippen door elkaar heen gehanteerd. Hier een overzicht om ze uit elkaar te kunnen houden.

Op woning niveau:

BENG staat voor Bijna EnergieNeutrale Gebouwen. Het zijn nieuwe wettelijke eisen voor nieuwbouw die de bestaande EPC gaan vervangen. De ingang is gepland voor 1 januari 2021. BENG wordt dan dus de nieuwe prestatie ondergrens die de EPC gaat vervangen.

Nul op de Meter-renovatie van een woning is een renovatie waarbij de woning gemiddeld over het jaar heen net zoveel energie opwekt als hij verbruikt, zowel voor woninggebonden gebruik (ruimteverwarming, koeling en warm tapwater) als voor huishoudelijk gebruik (apparaten en verlichting). Deze woningen zijn all electric en hebben geen aardgas meer nodig. NoM is een wettelijk vastgelegd begrip.

NoM-Ready is een stap voor stap aanpak voor het energieneutraal maken van woningen. Hierbij wordt een plan gemaakt over hoe de woning of het gebouw het beste 'Nul op de meter' kan worden gemaakt. De woning wordt zo gerealiseerd dat deze verantwoord voorbereid is op een fasegewijze aanpak naar energieneutraal met behulp van latere ingrepen.

ZEN staat voor Zeer Energiezuinige Nieuwbouw, van bijna energieneutraal (BENG) tot energieleverend, met de bewoner als uitgangspunt. Geen wettelijk vastgelegde term. ZEN is sinds 2015 het vervolgprogramma van de partijen in het Lente-akkoord (Aedes, Bouwend Nederland, NEPROM, NVB en de minister van BZK).

Op wijkniveau:

Aardgasvrij – staat voor een gebouwde omgeving zonder aardgas. Zegt in principe niets over de energieprestatie of CO₂-uitstoot.

CO₂ neutraal - is een breder begrip en richt zich op het verminderen van de CO₂ uitstoot door om te schakelen van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen, daarbij gaat het ook om energiebesparing. Dat maakt het omschakelen naar duurzame energiebronnen haalbaar. In de wijk wordt ook gekeken naar zaken als mobiliteit, en eventueel ook voedsel en materialen. Om de balans rond te krijgen kan worden gedacht aan CO₂-compenserende maatregelen (bijv. CO₂ opslag, of extra bomen planten).

Energieneutraal - is een wijk energieneutraal, dan wordt over een heel jaar net zoveel energie opgewekt als verbruikt in een wijk. Het gaat om de Mega Joules in de vorm van gas, elektriciteit en warmwater. De CO₂-uitstoot die daarmee gepaard gaat is een afgeleide.

Klimaatneutraal – wordt gebruikt om ook andere broeikasgassen dan CO₂ mee te nemen, maar is voor de gebouwde omgeving niet zo interessant. Daarom wordt in dit kader klimaatneutraal gelijkgesteld met CO₂-neutraal.

TIPS VOOR OPDRACHTGEVERS

- 1.) Beperk de sloop van gebouwen
- 2.) Zet in op renovatie en hergebruik van materialen en bouwproducten
- 3.) Neem kosten en baten uit de hele levenscyclus mee zoals gebruiks- en onderhoudskosten
- 4.) Denk na over de toegevoegde waarde van het gebouw voor de buurt of stad
- 5.) Organiseer samenwerking met de markt
- 6.) Borg ambities door meten en beoordelen (financiële prikkels of contractafspraken en check of deze afspraken worden nagekomen)

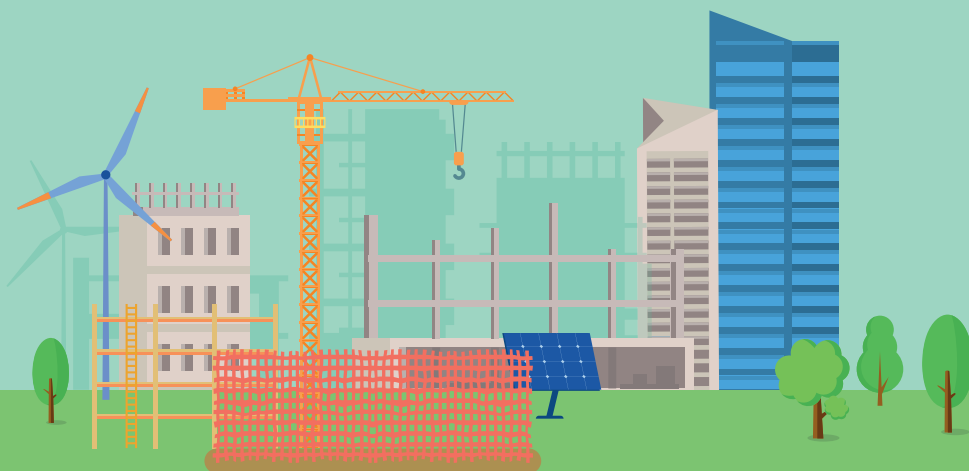
TIPS VOOR ONTWERPERS

- 1.) Breng in kaart welke reststromen, producten en gebouwen beschikbaar zijn
- 2.) Reduceer het materiaalgebruik door niet nieuw te bouwen, en te bouwen met minder materiaal
- 3.) Verbeter product- en productieontwerp
- 4.) Sluit kringlopen door recycling en upcycling
- 5.) Gebruik koppelkansen, neem de omgeving mee, zoals de kwaliteit van de leefomgeving, milieuwaarden, sociale en culturele waarde

TIPS VOOR ONDERNEMERS

- 1.) Kies je doelgroepen, maak een splitsing in klanten die zelf aan de slag willen gaan en klanten die het werk zoveel mogelijk uit willen besteden
- 2.) Sluit aan bij nieuwe business modellen zoals:
 - Product as a service
 - Pay per use
 - Sharing platforms
 - Eco-leasing
- 3.) Ga na of oorzaken en gevolgen in het te transformeren systeem zijn meegenomen
- 4.) Bedenk of je nieuwe business model genoeg waarde kan creëren in het huidige economische model

CIRCULAIRE ENERGIETRANSITIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING



We hebben ambitieuze doelen gesteld om de opwarming van de aarde te beperken tot twee, liefst anderhalve graden Celsius. De verduurzaming van de gebouwde omgeving in het kader van de energietransitie moet hierin een aanzienlijke bijdrage leveren. Daarnaast is er de ambitie om in 2030 de helft en in 2050 100% van alle afvalstromen omgebogen te hebben tot secundaire grondstofstromen. Door de omvang en impact van beide opgaven dient de vraag zich aan hoe de opgave van de energietransitie zich verhoudt tot de ambities van een circulaire aanpak van bestaande woningen. Op deze pagina wordt een samenvatting gegeven over hoe opdrachtgevers, ontwerpers en ondernemers circulariteit mee kunnen nemen in het proces om de gebouwde omgeving energieneutraal en gasloos te maken.