

Circulaire stations



Inspiratie

Circulaire stations

Inhoud

Inleiding

7

1

Circulair denken en doen

9

2

De circulaire opgave

15

Casestudy

Station Lelystad Centrum

27

3

Naar een circulair station: vier invalshoeken

39

4

Circulaire ontwerpstrategieën

44

Tot slot

Circulaire stations in de praktijk

51

Voorbeeldprojecten

55

Bronnen

78

Illustratieverantwoording

80



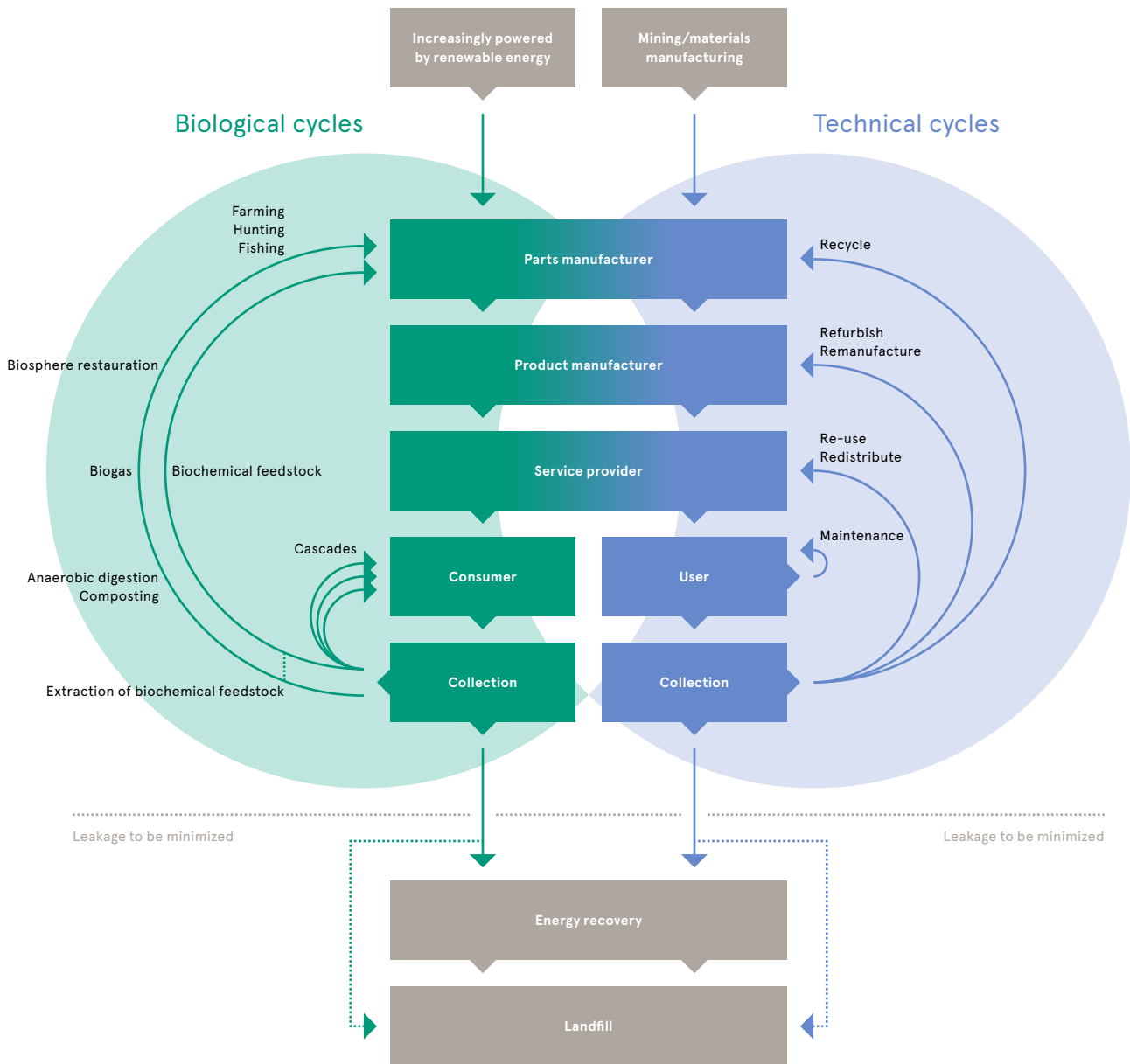


Inleiding

De eerste stap naar een duurzaam spoor is gezet. Dat blijkt uit de aanpak van CO₂-reductie en de realisatie van de eerste energiezuinige en energieproducerende stations. Ondertussen dient de volgende stap zich al aan: het volledig circulair maken van spoor en stations. Het betreft een complexe opgave waarvoor aanzienlijk meer nodig is dan alleen het terugbrengen van onze CO₂-uitstoot en de overgang naar duurzame energiebronnen.

Illustratief voor de circulaire uitdaging is de stelling van *Cradle to Cradle*-goeroe William McDonough: 'There is no such thing in nature as waste: All materials given to us by nature are constantly returned to earth without even the concept of waste as we understand it. Everything is cycled constantly.' In dit licht beschikken NS en ProRail samen over een prachtige 'materialenbank' bestaande uit meer dan vierhonderd stations en 3434 kilometer spoor. Jaarlijks vinden in en rond alle stations vele verbouwingen en onderhoudswerkzaamheden plaats. Ook in de komende jaren zullen er weer miljarden geïnvesteerd worden door NS en ProRail, om onze stations comfortabeler en veiliger te maken voor reizigers.

Welke kansen liggen er binnen de ontwikkelings- en beheeropgaven van stations met betrekking tot circulariteit? Hoe zorgen we dat producten en materialen hergebruikt worden? Hoe kunnen grondstoffen hun waarde behouden? En wat betekent dit alles voor het ontwerp? Vaststaat dat het ontwerp door de circulaire opgave fundamenteel gaat veranderen. Dit essay schetst die opgave en presenteert een aantal inspirerende ontwerpstrategieën, geïllustreerd met reeds gerealiseerde voorbeelden van binnen en buiten de wereld van het spoor.



Een verstandige omgang met grondstoffen staat al geruime tijd hoog op de agenda. In Nederland kreeg het bekendheid onder de noemer 'duurzaam bouwen'. Binnen de EU wordt gesproken over *resource efficiency*: een term die tot op heden weinig voet aan de grond heeft gekregen in ons land. Binnen de lange termijnstrategie van de EU staat *resource efficiency* vóór de doelstellingen op het vlak van materiaalgebruik. Het hoofddoel van deze zogenaamde 2020-strategie is de transformatie naar een slimme, inclusieve en duurzame Europese economie.

Een efficiënt gebruik van hulpbronnen vormt de basis voor de overgang naar duurzame groei. Met hulpbronnen worden alle gassen, vloeistoffen en vaste stoffen bedoeld die de mens tot nut kunnen zijn: van lucht en water tot biomassa en ertsen. Met het in 2016 geïntroduceerde programma *Nederland Circulair 2050* staat slim grondstofgebruik ook in Nederland op de agenda. Sinds de lancering is een waaier aan initiatieven ontstaan rond dit thema. Met het programma agendeert het Rijk de doelstelling om onze afvalstromen in 2030 met de helft te verminderen. Uiteindelijk doel is een samenleving zonder afval en nagenoeg geen CO₂-uitstoot in 2050.

Kringlopen van hulpbronnen

Wat is eigenlijk circulair? Is het hergebruik – waar we in Nederland al relatief goed in zijn – maar dan in een ander jasje? Of is er meer aan de hand? Waarom is circulariteit belangrijk? Kenmerkend is het denken in stromen. Het gaat om een combinatie van analyse en handelen waarbij hulpbronnen in de kringloop blijven en hun waarde zo veel mogelijk behouden.

Circulair denken wordt vaak geïllustreerd aan de hand van twee met elkaar verbonden kringlopen. Zij vertegenwoordigen de technische, anorganische of niet-hernieuwbare materialen enerzijds, en de organische, hernieuwbare of *biobased* materialen anderzijds. Beide kringlopen maken vooral het aspect van hergebruik zichtbaar. Maar let op: de manier waarop de kringlopen worden beschreven zijn veelal gericht op vaste stoffen, meestal aangeduid als 'materialen'. Daarmee lopen we het gevaar dat vloeistoffen en gassen buiten beschouwing worden gelaten.

Omdat de doorloop van beide kringlopen zo verschillend is, en de afweging met betrekking tot circulariteit anders, worden zij verschillend voorgesteld. Zo draait de cyclus van hernieuwbare materialen veel sneller dan die van de technische materialen. Biomassa van bijvoorbeeld hout of bamboe kan prima gebruikt worden voor het realiseren van gebouwen. Essentieel daarbij is de aanplant van nieuw hout of bamboe na de oogst. Tegen de tijd dat een balk aan vervanging toe is, is er dan weer een volwassen boom en dus bouw materiaal. Ook anorganische materialen zoals zand, ijzer en aluminium maken een kringloop door. Deze duurt alleen niet een paar jaar of enkele decennia – zoals bij natuurlijke materialen – maar miljoenen of zelfs miljarden

De 10 R's
bron: Jacqueline Cramer

Refuse
weigeren/voorkomen gebruik

Reduce
gebruik minder grondstoffen

Redesign
herontwerp met oog op circulariteit

Re-use
product hergebruik (tweedehands)

Repair
onderhoud en reparatie

Refurbish
product opknappen

Remanufacture
nieuw product van tweedehands

Repurpose
hergebruik product maar anders

Recycle
verwerking en hergebruik materialen

Recover
energie terugwinning

jaren. Zo ontstaat er in de aardkorst nog steeds olie en gas, alleen in een veel lager tempo dan ons gebruik van de huidige voorraden. Ook metalen maken een dergelijke cyclus door.

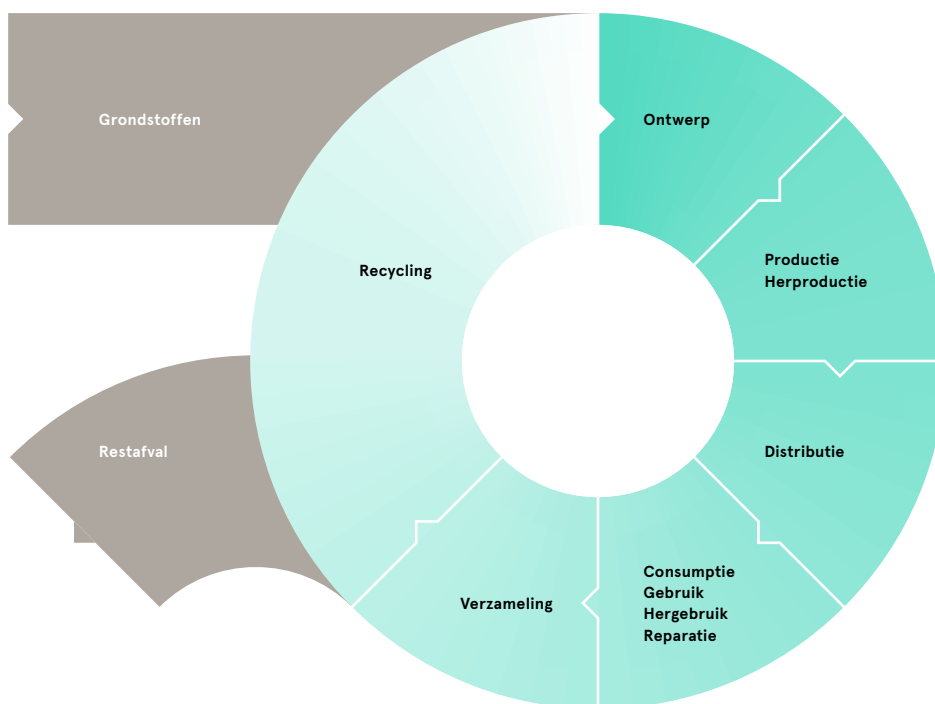
De grondstoffen die gebruikt worden bij het ontwerp, de bouw, het beheer en het onderhoud van stations, betreffen met name grondstoffen in vaste vorm: de 'materialen'. Op weg naar een circulair spoor, is het goed om eerst te focussen op hulpstoffen die in bulk worden gebruikt. Maar laten we in het licht van de bovenstaande waarschuwing niet vergeten om ook de vloeistoffen en gassen mee te nemen. Hetzelfde geldt voor alle materialen die in kleine hoeveelheden worden gebruikt, zoals de aardmetalen en goud.

Definitie circulair

Circulair bouwen, transformeren, onderhouden en beheren gaat in eerste instantie om het minimaliseren van het totale materiaalgebruik. Verder is de maximalisatie van hergebruik van materialen, producten, componenten en gebouwen van belang. En dan het liefst op een zo hoog mogelijk niveau van de circulariteitsladder: *refuse, reduce, redesign, re-use, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle & recover*. Verder gaat circulariteit over het voorkomen van waardevermindering en het maximaliseren van waarde. Dat impliceert bijvoorbeeld een minimalisatie van de schade aan het milieu en het zo groot mogelijk maken van de waarde van, in dit geval, het station voor de omgeving. Dit laatste wordt ook wel regeneratie of waardecreatie genoemd.

In de biologie wordt de term regeneratie gebruikt voor het herstel van mens, dier en plant na beschadiging, ziekte of een ongeluk. Ook wordt het gebruikt in de zin van voortplanten, waarbij oudere exemplaren in een kudde door jongere worden 'vervangen'. Hiermee blijft de kudde op peil. In de afvalwereld wordt de term gebruikt om het proces aan te duiden waarmee materialen worden opgewerkt om weer als grondstof te kunnen dienen. In de wereld van bouw, beheer en onderhoud is dit een relatief jong begrip.

CO₂-neutraliteit en circulariteit worden vaak, en ten onrechte, als op zichzelf staande doelstellingen beschouwd. Beide doelstellingen hebben namelijk een innige relatie. Het delven van erts ten behoeve van een staalconstructie kost energie. Hetzelfde geldt voor het transport en de giet- en walsprocessen. Veel machines die in dit proces ingezet worden, maken gebruik van fossiele brandstoffen en stoten CO₂ uit. Bij hergebruik valt een deel van dit proces weg en kan energie, en daarmee veelal fossiele brandstof, bespaard worden. Dit reduceert de totale CO₂-emissie. Zo kunnen de doelstellingen van circulair, energiebesparing en het reduceren van CO₂-emissies elkaar versterken. Die effecten kunnen groot zijn. Dat blijkt bijvoorbeeld uit een recente Duitse studie die aantoonde dat circulair werken een beperking van de CO₂-emissies op kan leveren van zo'n 30 tot 40%.



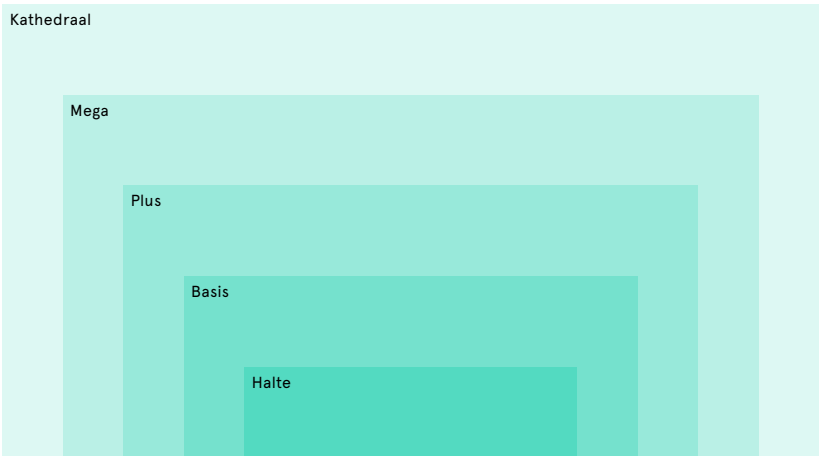
Het belang van circulariteit

Vanuit maatschappelijk oogpunt zijn verkeer en vervoer, energieproductie, industrie, landbouw en voedselvoorziening van cruciaal belang voor welvaart en welzijn. Alle hebben een grote impact op de CO₂-uitstoot. Daarbij is de gebouwde omgeving wereldwijd verantwoordelijk voor 38% van het geproduceerd afval, 40% van de CO₂-emissies en 50% van het gebruik van primaire grondstoffen. Primaire grondstoffen zijn hulpbronnen die nog niet zijn geoogst of gedolven en dus nooit eerder voor menselijk gebruik zijn ingezet. Een continue toename van zowel de welvaart als de wereldbevolking maakt dat we steeds secuurder om moeten gaan met de beschikbare materialen. Zeker daar de hoeveelheid grondstoffen min of meer gelijk zal blijven of zelfs afneemt. Dit betekent dat we in de 21^{ste}-eeuw niet langer de luxe hebben om alleen te handelen op basis van belangen op de korte termijn. Het doorsluizen van negatieve bijeffecten naar komende generaties (of minder welvarende landen) kan en mag niet meer aan de orde zijn.

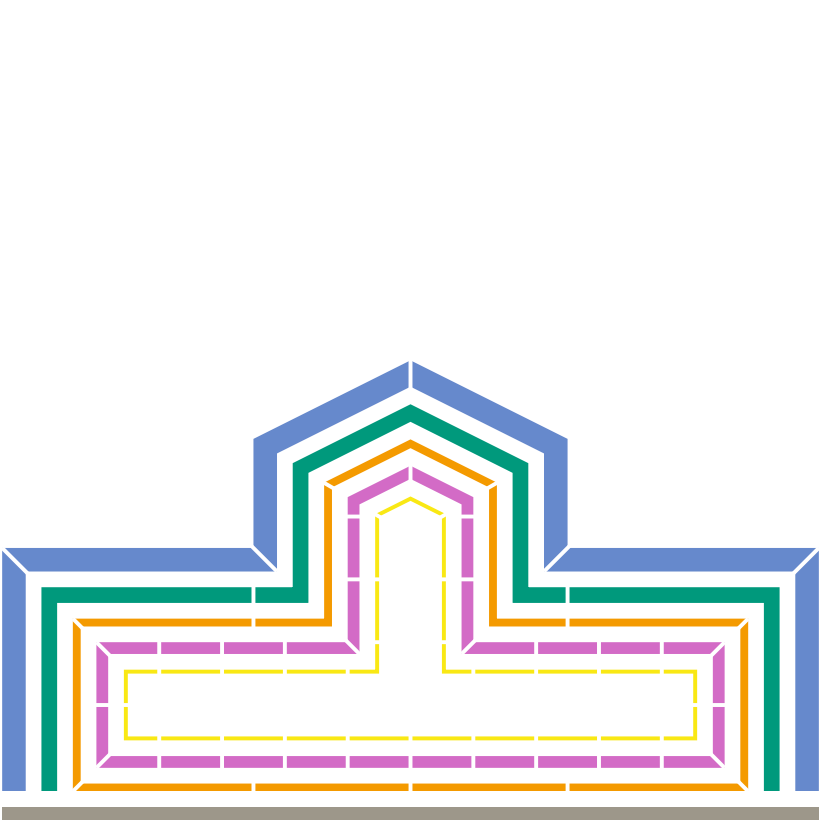
Een veel gebruikt argument om *niet* circulair te gaan schuilt in de kosten: maatregelen zouden te duur zijn. Iedereen die dit argument hanteert zegt eigenlijk dat hij/zij de negatieve gevolgen doorschuift naar anderen en niet bereid is om zelf de kosten te maken. Het zou heel goed kunnen zijn dat toekomstige generaties zich zullen afvragen waarom dit in onze tijd überhaupt was toegestaan. Zoiets doe je toch niet, afschuiven en doorschuiven? Als we de extra investeringen nu niet doen, zal dit zeker ten koste gaan van onze gezondheid en ons welzijn – en die van toekomstige generaties. Winsten worden momenteel nog steeds geprivatiseerd, terwijl de kosten zoveel mogelijk worden gesocialiseerd. Circulair denken en handelen is daarmee in feite gewoon een volgende stap in het bewust leren acteren op de gevolgen van onze toenemende welvaart en groei.

Gezien de beschikbare grondstoffen en de diverse andere systeemgrenzen van onze planeet, zullen we slimmer moeten worden. We moeten leren te anticiperen op de effecten van ons handelen. Zo kunnen we negatieve gevolgen voor zijn. Dit impliceert ook dat we na moeten denken over hoe we op verschillende niveaus gebouwen, componenten en materialen kunnen hergebruiken. En dan het liefst met een toepassing die meer waarde geeft dan de toepassing die de gebouwen, onderdelen of materialen oorspronkelijk hadden. Dat laatste wordt 'upcyclen' genoemd.








Omdat het niet realistisch is dat alle gebouwen, componenten en grondstoffen in waarde zullen stijgen, zal gekeken moeten worden naar het portfolio van opdrachtgevers en eigenaren, maar ook naar de gebouwde omgeving als geheel. Zo kan gemonitord worden of er een *overall*-balans kan ontstaan. Aan de hand hiervan kunnen we vastgoed in de komende jaren verbeteren en bewuster gaan beheren.



Typen stations gehanteerd door NS en ProRail



Lagenmodel van Steward Brand toegepast op een station

-  Locatie
-  Gebouwschil
-  Draagconstructie
-  Installaties
-  Inbouwpakket
-  Outillage
-  Hoeveelheid materiaal
-  Levensduur

Circulaire stations

Gezien de grote hoeveelheid materialen die doorgaans gebruikt wordt binnen het station is de impact van een goed circulair ontwerp in potentie erg groot. Met het creëren en transformeren van gebouwen geef je mede vorm aan de toekomst. Aan de hand van de juiste principes kan een substantiële bijdrage geleverd worden aan onze gezondheid en ons welzijn, terwijl negatieve effecten op klimaat, milieu en biodiversiteit worden beperkt of zelfs geheel voorkomen. Met dit in het achterhoofd kunnen we een definitie geven van een circulair station. Het gaat dan om een stationsgebouw (gebouw en perrons) en stationsomgeving (inclusief P&R-terreinen en fietsenstallingen) die tot stand gekomen zijn op basis van de volgende uitgangspunten:

- Minimum gebruik van grondstoffen
- Maximaal hergebruik van grondstoffen, producten en gebouwdelen
- Minimale milieubelasting
- Maximale waardecreatie voor natuur en samenleving, in alle schakels van ontwerp, bouw, beheer, onderhoud en hergebruik

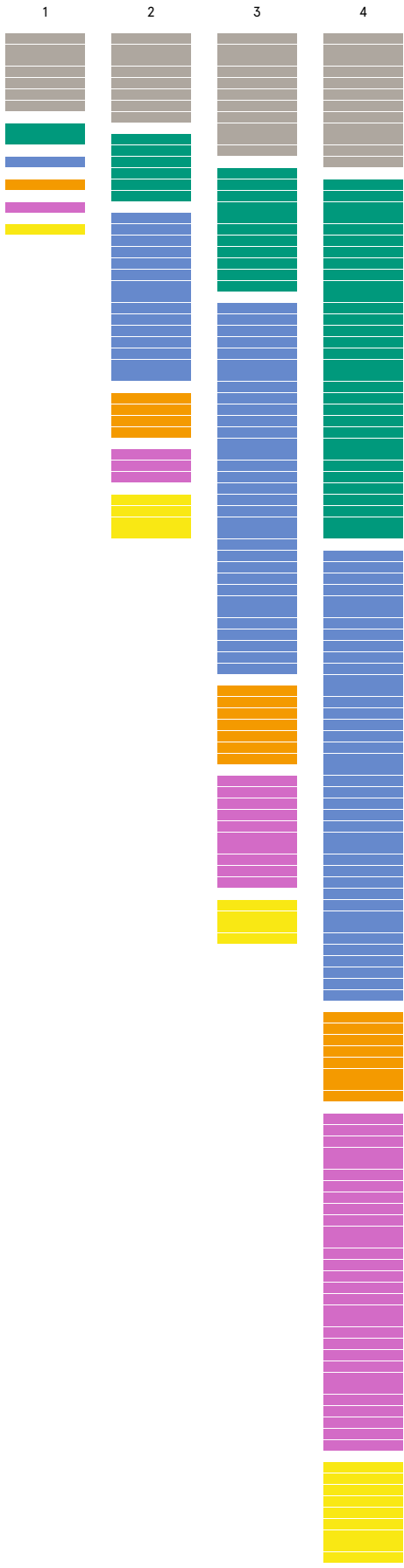
Als we een indruk willen krijgen van de circulaire opgave op en rond stations, komen er verschillende vragen op. Hoe zit het bijvoorbeeld met het materiaalgebruik? En zijn stations aan de hand hiervan in typen onder te verdelen? In eerste instantie proberen we ons in dit essay een beeld te vormen van de circulaire stationsopgave en de relevante aspecten bij het realiseren, beheren en onderhouden van een circulair station.

Hoeveelheid en typen stations

Op dit moment telt Nederland ruim vierhonderd stations. Zij worden door ProRail en NS opgedeeld in vijf typen: halte, basisstation, plusstation, megastation en kathedraal. Deze typen zijn gebaseerd op het aantal in- en uitstappers. Voor dit essay hebben we een indeling gebruikt die meer aansluit op de toepassing van materiaal en dus op de essentie van dit essay.

Voor de analyse van het materiaalgebruik clusteren we de materialen in een aantal lagen conform de opzet van Steward Brand, samensteller van de *Whole Earth Catalog*. De figuur hiernaast is specifiek gemaakt voor het station, met een knipoog naar het silhouet van een klassieke Waterstaatstation 1^e of 2^e klasse. De kleuren van de verschillende lagen komen in de andere figuren elders in dit essay terug. Het interval van de pijlen in de lagen geeft de relatieve levensduur van de betreffende laag aan: het inbouw pakket is gemiddeld genomen elke vijf à tien jaar aan vervanging toe. Voor de draagconstructie wordt over het algemeen gerekend met een levensduur van vijftig jaar.

De materiaalimpact per type station verschilt natuurlijk sterk. De beschikbare informatie over het materiaalgebruik van de bestaande stations is op dit moment nog rudimentair. Toch kan er kijkend naar



Globale aanduiding materialen per laag en per stationtype

- 1 Laag materiaalgebruik
- 2 Middel materiaalgebruik, met gebouw
- 3 Middel materiaalgebruik, met gebouw en perronkap
- 4 Hoog materiaalgebruik



het volumegebruik van materialen in grote lijnen het nodige gesteld worden. Zo bestaat er een sterke voorkeur voor technische materialen zoals staal en beton. Per stationstype ziet dat er ongeveer als volgt uit:

type 1

Kleine stations zonder gebouw, meestal haltes en basisstations, worden gekenmerkt door een relatief laag overall materiaalgebruik. Grofweg bestaat het station uit een perron langs het spoor met stationsoutillage en een beschuttingssysteem tegen wind en regen. Het grootste aandeel materialen zit in het gereed maken van de locatie. De fietsenstallingen zijn hierin bepalend.

type 2

Bij kleine stations met een gebouw, meestal haltes en basisstations, is de belangrijkste 'materialenpost' de gebouwschil, net als bij grotere stations. Voor kleine stations is ten opzichte van middelgrote en grote stations sprake van relatief laag materiaalgebruik, omdat er sprake is van een kleine perronoverkapping of een klein gebouw.

type 3

Bij middelgrote stations met gebouw en perronkap, meestal plus- en megastations, is sprake van een middelgroot materiaalgebruik. Een belangrijk deel van de materialen wordt gebruikt voor de realisatie van het gebouw, de traverse (onder- of bovengronds) en de perronoverkapping.

type 4

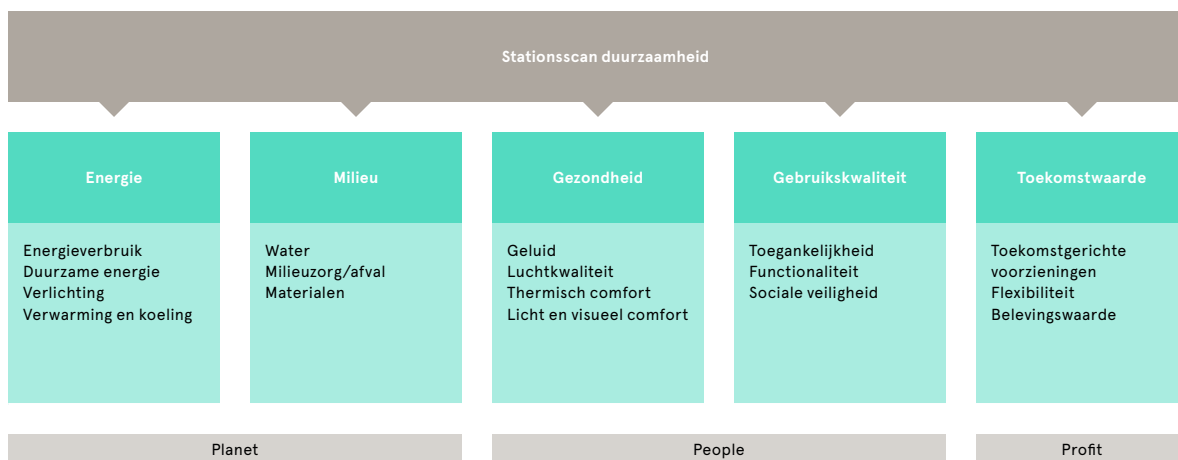
Bij grote stations met gebouw en sporenkap, meestal, plus- en megastations en kathedralen, is sprake van een relatief hoog materiaalgebruik. Dit schuilt vooral in de draagconstructie, het hoofdgebouw, de traverse en de spooroverkapping. Het materiaalgebruik voor het gereedmaken van de locatie is in vergelijking met het andere materiaalgebruik niet overheersend. Door de omvang van het materiaalgebruik lenen grote stations zich bij uitstek als materialenbank.

Beleid van NS en ProRail

Zowel NS als ProRail hebben beleidskaders uitgewerkt voor hun ambities op het vlak van duurzaamheid. Hieronder volgt een samenvatting van de relevante doelstellingen.

Beleid van ProRail

- ProRail verbetert jaarlijks de energie-efficiency met 2%. In 2030 wordt net zoveel elektriciteit opgewekt op stations, gronden en geluidsschermen van ProRail als er gebruikt wordt.
- ProRail wil in 2030 zelf geen CO₂ meer uitstoten. In 2020 zijn de emissies gedaald naar tien kiloton, hetgeen een reductie is van bijna 90% ten opzichte van 2010. In de jaren daarop streven ze naar een verdere daling richting CO₂-neutraal in 2030.
- Wat betreft de materiaalketen streeft ProRail naar meer circulariteit door bijvoorbeeld slimmer en minder materiaalgebruik en meer (her)gebruik van (biobased) materialen. Dit moet leiden tot een CO₂-reductie in de keten van ten minste dertig kiloton in 2030, vergeleken met het doorzetten van conventioneel materiaalgebruik.



- Het ultieme doel is een CO₂-neutrale circulaire spoorsector in 2050, waarbij het spoor een minimaal beroep doet op de schaarse hulpbronnen, geen fossiele energie meer gebruikt en zorgt voor een schoner Nederland.

ProRail is medeondertekenaar van de *Green Deal Duurzaam GWW*. De onderliggende ambitie is om duurzaamheid in 2020 integraal onderdeel te laten zijn van planvorming, aanleg, aanbesteding, beheer en onderhoud van spoor-, grond- en waterprojecten. Ten behoeve van een praktische vertaalslag is dit uitgewerkt in de *Aanpak Duurzaam GWW*. Via het Ambitiweb-instrument wordt bepaald welke doelstellingen gewenst, financieel haalbaar en maatschappelijk verantwoord zijn binnen het kader van een project. In de *Aanpak Duurzaam GWW* zijn ook DuboCalc, de Stationsscan en de CO₂-prestatieladder als instrumenten vastgelegd. Hiermee kunnen opdrachtnemers bij EMVI-aanbestedingen uitgedaagd worden. In het kader van de duurzaamheidsambities is door ProRail een analyse uitgevoerd om helder te krijgen waar de belangrijkste CO₂-emissies zitten.

Beleid van NS

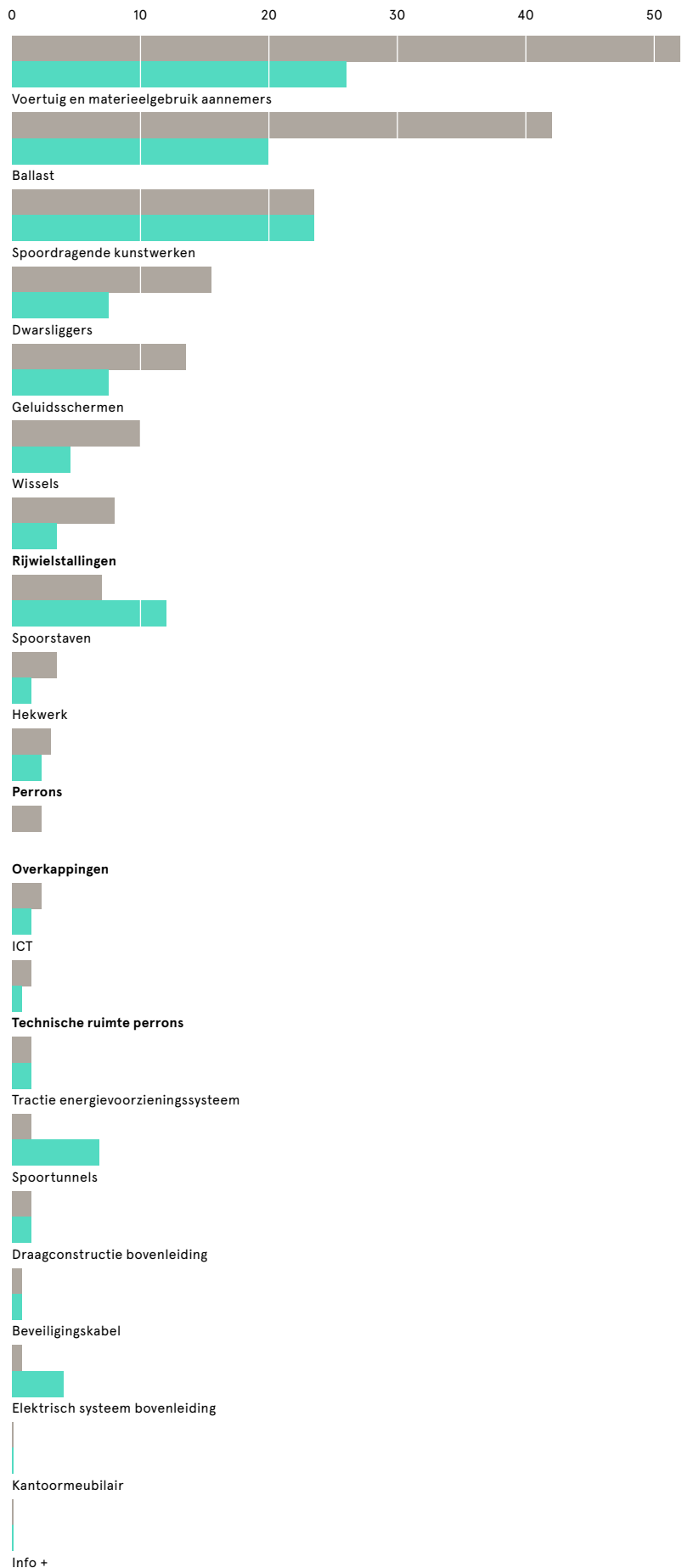
NS heeft de volgende doelen vastgesteld:

- Energieneutraal in 2035 door in te zetten op zonnepanelen op eigen assets, 2% energie efficiency per jaar en aardgasvrij verwarmen.
- Circulair in 2030 door in te zetten op circulair materiaalgebruik, reductie en scheiding van afval en onderdeel te worden van een duurzame plastic kringloop.

Om deze doelstellingen ook echt te halen heeft NS heeft zich aangesloten bij een aantal convenanten: het Plastic Pact, Greendeal afval, MJA3 en het SER-energieakkoord.

Stationsscan - gezamenlijk instrument NS en ProRail

De wens het station te verduurzamen en toekomstbestendig te maken volgt uit de ambitie om de spoorsector maatschappelijk verantwoord en duurzaam te laten opereren. Om deze wens ook werkelijkheid te laten worden – en de communicatie hierover te vereenvoudigen – is een meetinstrument ontwikkeld: de *Stationsscan Duurzaamheid*. De scan is te vergelijken met een thermometer die laat zien hoe duurzaam een station of stationsontwerp is. Het is een online-applicatie die inzicht geeft in de sterke en zwakke punten. Ook toont het de samenhang tussen verschillende duurzaamheidsthema's. Hierdoor is het mogelijk gericht de duurzaamheid van stations te verbeteren. Bureau Spoorbouwmeester adviseert de scan ook te gebruiken als 'ontwerp-tool': een handig hulpmiddel voor het maken van een duurzaam ontwerp bij nieuwbouw en verbouwoptaken.



Top 20 bronnen
 wat betreft de CO₂-emissie ProRail
 scope 3 CO₂-uitstoot (x mln kg)

Gewogen
 Absoluut

Materiaalgebruik in stations

Het liefst willen we natuurlijk precies weten welke materialen in het verleden toegepast zijn bij bouw-, verbouw-, onderhoud- en reparatiewerkzaamheden van stations. Nog mooier is wanneer we ook inzicht hebben in de hoeveelheden en de samenstelling van het materiaal. Helaas is veel van deze informatie (nog) niet (volledig) beschikbaar. Voor de opkomst van het thema 'circulair' werd het namelijk niet relevant geacht dergelijke zaken te documenteren. Nu we materialen willen hergebruiken, is dit soort informatie ineens zeer relevant. Het bepaalt bijvoorbeeld voor een belangrijk deel de mogelijkheden waarvoor materialen kunnen worden toegepast, met wat voor sterkte kan worden gerekend, en hoe het materiaal kan worden verwerkt of behandeld.

Van een aantal stations hebben ProRail en NS inmiddels een Stations-scan gemaakt. Hier ontstaat nu een globaal overzicht van de gebruikte materialen. De inventarisatie is uitgevoerd voor 23 stations. Daarbij is gekeken naar 21 materiaalcategorieën. Zo ontstaat een eerste indruk van de verdeling van materialen.

Naast de gegevens van de Stationsscan zijn de resultaten van een door ProRail uitgevoerde CO₂-studie interessant. Deze studie, bedoeld om de belangrijkste emissiebronnen boven water te krijgen, toont het voertuig- en materiaalgebruik van aannemers als de belangrijkste post. Hieruit blijkt hoe belangrijk het is om het totstandkomingsproces te monitoren, inclusief de afstanden die moeten worden afgelegd om onderdelen te transporteren.

De studie van ProRail brengt ook posten in beeld die gerelateerd zijn aan de werkzaamheden rond de spoorinfrastructuur, zoals de realisatie en het beheer van kunstwerken, dwarsliggers, geluidschermen, wissels en spoorstaven. Hierna volgt de post 'hekwerken'. Deze is in de afgelopen jaren prominenter geworden als gevolg van de maatregelen die genomen worden om ongelukken rond het spoor te voorkomen.

De eerste aan stations gerelateerde post staat op nummer zeven: rijwielstallingen, pas weer gevolgd op plaats tien en elf door perrons, overkappingen. Daarna volgt op plaats dertien de technische ruimten op het perron. Hoewel het station op het totaal van de railinfrastructuur verhoudingsgewijs niet het grootste effect heeft op de CO₂-emissies, gaat het alles bij elkaar toch om een forse impactbron. Het loont dus zeker de moeite om nader te onderzoeken hoe de emissie voor de ruim vierhonderd stations teruggedrongen kan worden. Die waarde neemt alleen maar toe daar de stations het duurzame visitekaartje zijn waarmee ProRail en NS aan de reizigers kan laten zien waar zij voor staan.

De opgave voor de komende jaren

Alhoewel er sinds het begin van de jaren zeventig nog bijna elk jaar een nieuw station geopend wordt, schuilt de grootse 'circulaire winst' in de transformatie en vervanging van bepaalde onderdelen van bestaande stations. Een groot deel van de gebouwde omgeving – zo ook het Nederlandse spoornet – bestaat immers al. Daarbij wordt alles wat er in Nederland aan woon- en bedrijfslocaties wordt bijgebouwd doorgaans gerealiseerd als verdichting van bestaand stedelijk gebied of dicht in de buurt van bestaande kernen.

Natuurlijk betekent dit niet dat er geen kansen liggen voor volledig circulaire nieuwe stations. Volgens spoorbeheerder ProRail hebben veel gemeenten nog altijd behoefte aan nieuwe stations. Hoewel onzeker is of ze ook allemaal gerealiseerd gaan worden, gaat het voor de periode tot 2028 om een stuk of twintig. Een concreet voorbeeld is Vught. Hier zal een nieuw station gerealiseerd worden, inclusief een nieuwe tunnel. Dit overigens met behoud en verplaatsing van het bestaande monumentale stationsgebouw uit 1866. Het tijdelijke station, dat in afwachting van een definitieve oplossing zal worden aangelegd, lijkt een goede kandidaat (en mogelijk later ook het nieuw aan te leggen station) om het eerste volledig circulaire station van Nederland te worden. Momenteel worden de kansen onderzocht.

Maar er liggen meer mogelijkheden voor een circulaire aanpak, namelijk bij bestaande stations. Zo zijn NS en ProRail op veel plekken stations aan het verbeteren. Vrijwel alle stations worden voorzien van nieuwe outillage. Ook speelt op veel plekken een forse fietsparkeeropgave. Voor deze opgaven kan circulariteit als belangrijke randvoorwaarde meegenomen worden. Zeker in de grotere steden is het een uitdaging om in de beperkte ruimte van het stationsgebied meer fietsen te stallen. Het spoor vervoert namelijk steeds meer reizigers. En veel van die reizigers kiezen voor de fiets als de meest optimale vorm van voor- en natransport.

Grote projecten zoals het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer (PHS) leiden ook tot grootschalige verbouwingen. Daarnaast hebben diverse gemeenten de wens om boven en naast de sporen gebiedsontwikkeling te realiseren. Dit zal in veel gevallen directe impact hebben op de stations. Voorbeelden zijn Den Haag Centraal en Amsterdam Sloterdijk. Verder zorgt de toename van het aantal reizigers de komende jaren voor een nog intensiever gebruik van stations. Zo zal Amsterdam Centraal verder moeten worden verbouwd in het kader van het PHS om het groeiende aantal reizigers op te kunnen vangen. Hiervoor worden perrons verbreed en verlengd. Ook worden trappen en roltrappen verplaatst, verbreed en bijgeplaatst. Ondertussen wordt ook een nieuwe Oosttunnel gerealiseerd.

Al met al ligt de allergrootste opgave op het gebied van transformatie, uitbreiding, aanpassing en vervanging. Circulair denken en ontwerpen biedt hier grote kansen. En die geheel nieuwe stations die nog op de planning staan? Daar zal circulariteit een belangrijke voorwaarde moeten zijn bij de opdrachtverstrekking. Hier kan dan van meet af aan voor wat betreft ontwerp, uitvoering, beheer en onderhoud voor een volledig circulair concept gekozen worden.

Natuurlijk zijn voor de transformatie en het onderhoud van bestaande stations volop materialen en producten nodig. De keuze van materialen en de manier waarop deze worden toegepast, verdient een heroverweging. Een belangrijke eerste stap is het in kaart brengen welke materialen er in bestaande stations toegepast zijn. Ook is het nodig een scherp beeld te krijgen van welke materialen en producten over het algemeen worden ingezet bij transformatie, vervanging en onderhoud. Tot slot is het van belang te bezien hoe goed deze producten scoren op circulariteitsaspecten en wat de mogelijkheden zijn om de circulariteit te verbeteren. Op basis van deze informatie kunnen strategieën worden ontwikkeld om transformatie, onderhoud en beheer zoveel mogelijk circulair te maken.

ProRail, NS en Railpro experimenteren reeds met alternatieve circulaire oplossingen. Een overzicht:

- Langs het spoor staat een duizendtal gebouwtjes met technische installaties. Deze gebouwtjes krijgen vaak een locatiespecifiek ontwerp. Soms is er sprake van een standaardunit. De gevels van deze gebouwen worden vaak als 'canvas' gebruikt voor graffiti. Dit is een doorn in het oog van ProRail, reizigers en omwonenden. Daarom zoekt ProRail samen met Bureau Spoorbouwmeester, DUS-architecten en CIVIC Architects naar oplossingen. Een daarvan is een 3D-geprint *graffiti proof* gevelpaneel, gemaakt van oude PET-flessen, die gebruikt kan worden voor de technische gebouwen langs het spoor.
- De fabricage van betonnen dwarsliggers veroorzaakt een hoge CO₂-emissie. ProRail onderzoekt daarom duurzame alternatieven. Zo test ProRail vier nieuwe soorten dwarsliggers op een actief stuk spoor tussen Zwolle en Heino. Een van de dwarsliggers betreft de uitgespaarde versie van de KLP® Hybride Dwarsligger van Lankhorst welke bestaat uit 100% gerecycled kunststof, versterkt met staal.
- In de zoektocht naar andere manieren om hout te verduurzamen is een biocoating ontwikkeld. Het betreft een alternatief voor de (deels) toxische coating die voorheen voor spoorbielzen werd gebruikt. Het aantrekkelijke van deze biocoating is het zelfherstellend vermogen. Bij een beschadiging vult de levende biocoating de bloot gekomen plekken op het hout weer in. De watervaste (bio)polymeren hechten zich middels lijnolie op het substraat. Het zwarte pigment van de schimmels absorbeert UV-straling en beschermt het hout.

- Station Blerick is het eerste station in Nederland waar 4950 m² perron betegeld is met Cradle to Cradle gecertificeerde perrontegels. Het gaat om het zilveren Cradle to Cradle keurmerk. Voor een dergelijk keurmerk wordt het productieproces doorgelicht op materiaalkeuze, hergebruik en invloed hiervan op mens en milieu. Het Cradle to Cradle keurmerk kent de niveaus basis, brons, zilver, goud en platina. Met de tegels op station Blerick wordt 8% CO₂-uitstoot bespaard. Dit staat gelijk aan de CO₂-uitstoot die 225 bomen in een jaar kunnen opnemen.
- Hergebruik van ballast voor een railinfraproject in Tilburg leverde een reductie van 0,1 kiloton CO₂ op. Bij het keerspoor in Beverwijk is 6.630 ton recyclebare ballast gebruikt. Dit leidde tot een reductie van veertig ton: de CO₂-uitstoot van één jaar van vijf huishoudens.
- Ook NS experimenteert met circulaire oplossingen in met name het materieel. Van de VIRM-dubbeldekkers wordt al 96% van de materialen hergebruikt of gerecycled. Hier liggen wellicht kansen voor toepassing in stations.

Naar een materialenpaspoort

Hoewel de eerste stappen zijn gezet en de ambities op orde zijn, staat circulariteit binnen het spoor nog aan het begin. Juist op zo'n moment is het goed om gevoel te krijgen bij de hoeveelheid materiaal die gebruikt wordt (en hoe) en met welke positieve en negatieve impact dit gepaard gaat. Van de Stationsscan hebben we geleerd dat de bulk van materialen per type station verschilt. Naarmate het station groter wordt, verschuift de materiaalimpact van outillage richting gebouwschil en spooroverkapping.

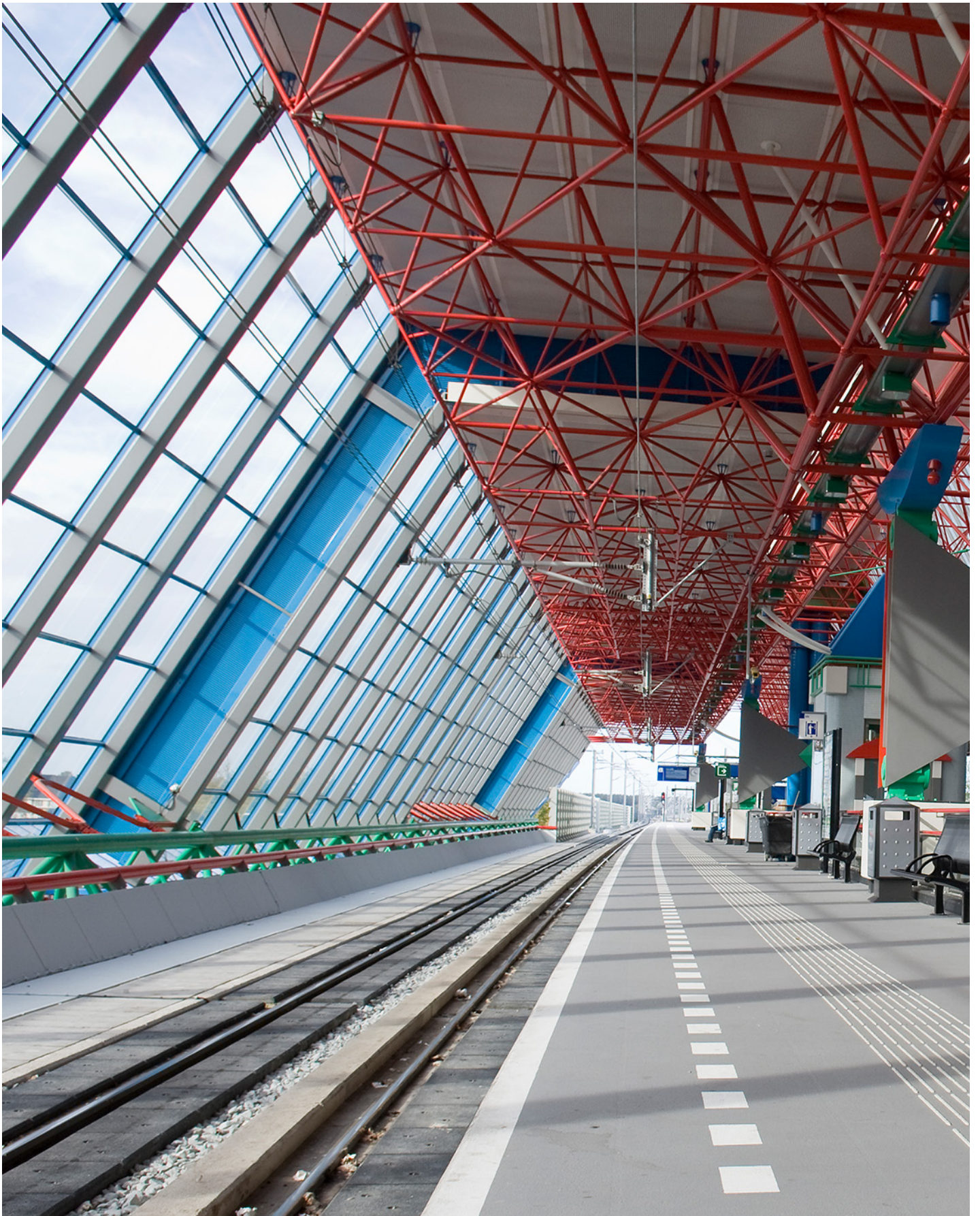
Tot nu toe lag de focus bij de bouw en transformatie op een 'traditioneel' programma van eisen. Daarin wordt doorgaans invulling gegeven aan de ingeschatte behoeften op het moment van oplevering. Veel zinvoller is het evenwel om zo goed als mogelijk naar de gehele levensduur van een station te kijken. Zo kan een beter beeld verkregen worden van de mutaties welke al dan niet in de toekomst nodig zullen zijn.

We weten dat veel bouwcomponenten zoals outillage of de gebouwschil vervangen worden gedurende de levensduur van het station. Hieruit valt een belangrijke les te trekken: het is veel te beperkt om in een programma van eisen enkel te focussen op het moment van oplevering.

Door meteen al na te denken over dat wat nodig is om gebruik, onderhoud, beheer en toekomstige transformaties te faciliteren, kan circulaire winst bereikt worden. Hierdoor wordt de tijdsdimensie belangrijker. Dit betekent dat de initiële focus bij het ontwerp zowel op het vlak van locatie als (draag)constructie zal moeten liggen op het faciliteren van toekomstige veranderingen. Aangezien (onderdelen van) de gebouwschil en het inbouwpakket tijdens de levensduur van de draagconstructie vaak meerdere malen vervangen wordt, wordt hier het belang van hoogwaardig hergebruik belangrijker.

Hetzelfde gaat ook op voor de installaties en de outillage. Daar zou de focus moeten liggen op de wijze waarop producten kunnen worden hergebruikt en geüpgraded. Uit ervaring weten we dat juist deze onderdelen op gegeven moment niet meer aan de eisen voldoen. Hier is het vooral van belang inzicht te hebben in de hoeveelheid materiaal, de afwerking, de staat van de materialen en de samenstelling, inclusief de gebruikte toeslagstoffen voor UV-bescherming en brandwerendheid. Verder verdient het aanbeveling inzicht te hebben hoe en met welke middelen de gebouwonderdelen onderhouden worden.

Een hulpmiddel bij het verder in kaart te brengen van de materialen is het materiaalpaspoort. Dit impliceert per station een gedegen inventarisatie van alle gebruikte en aanwezige materialen. Ook de product- en materiaal informatie die samenhangt met wijzigingen als gevolg van onderhoudswerkzaamheden en verbouw worden in het materiaalpaspoort vastgelegd. De introductie van een verplicht materiaalpaspoort – dat aangeleverd wordt bij aanbestedingen en ontwerptrajecten – kan enorm helpen bij het halen van de circulaire ambities. Ook helpt het om overzicht te houden bij in beheer zijnde materialen en onderdelen van stations.

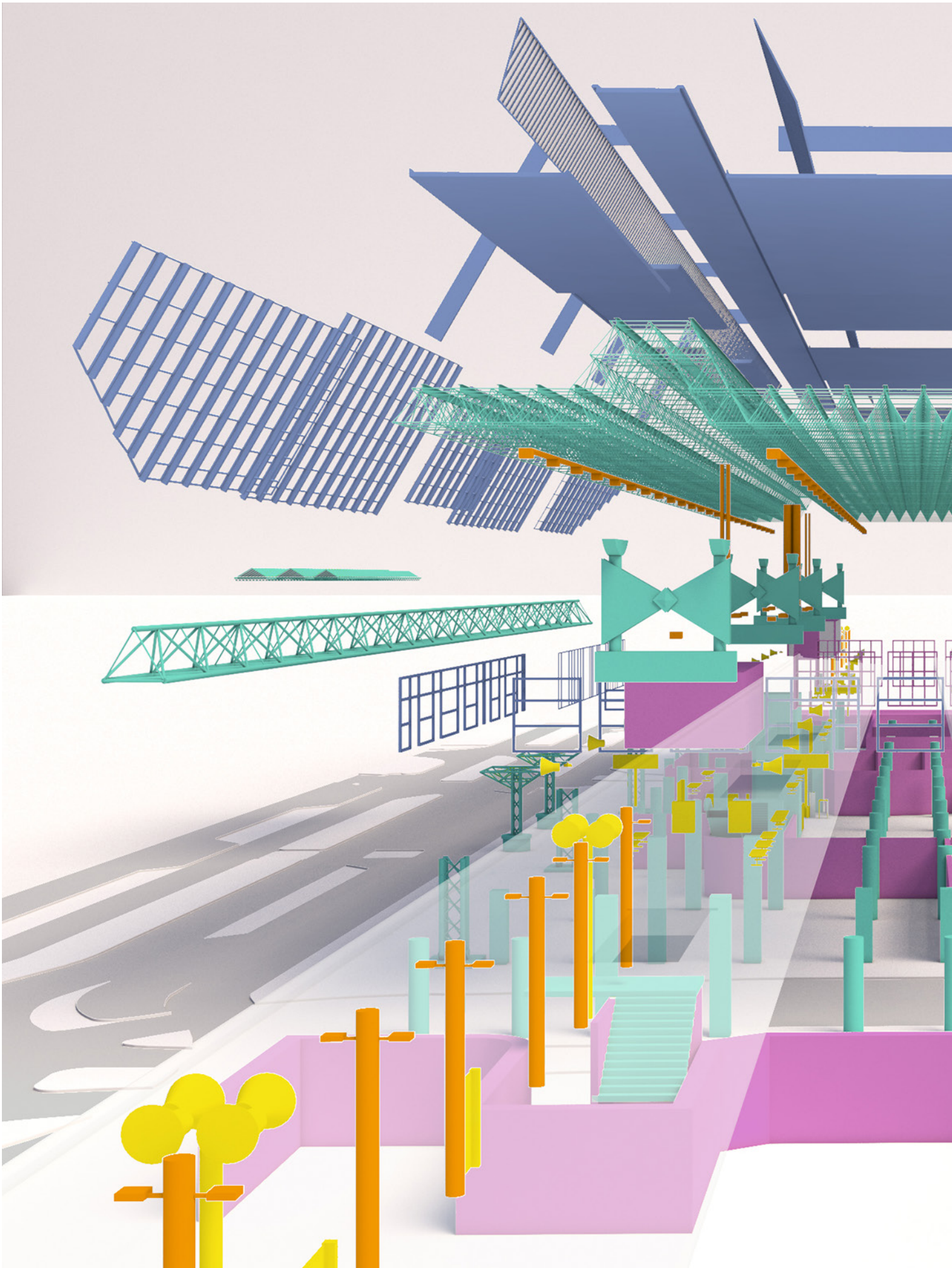


Casestudy

Station Lelystad Centrum

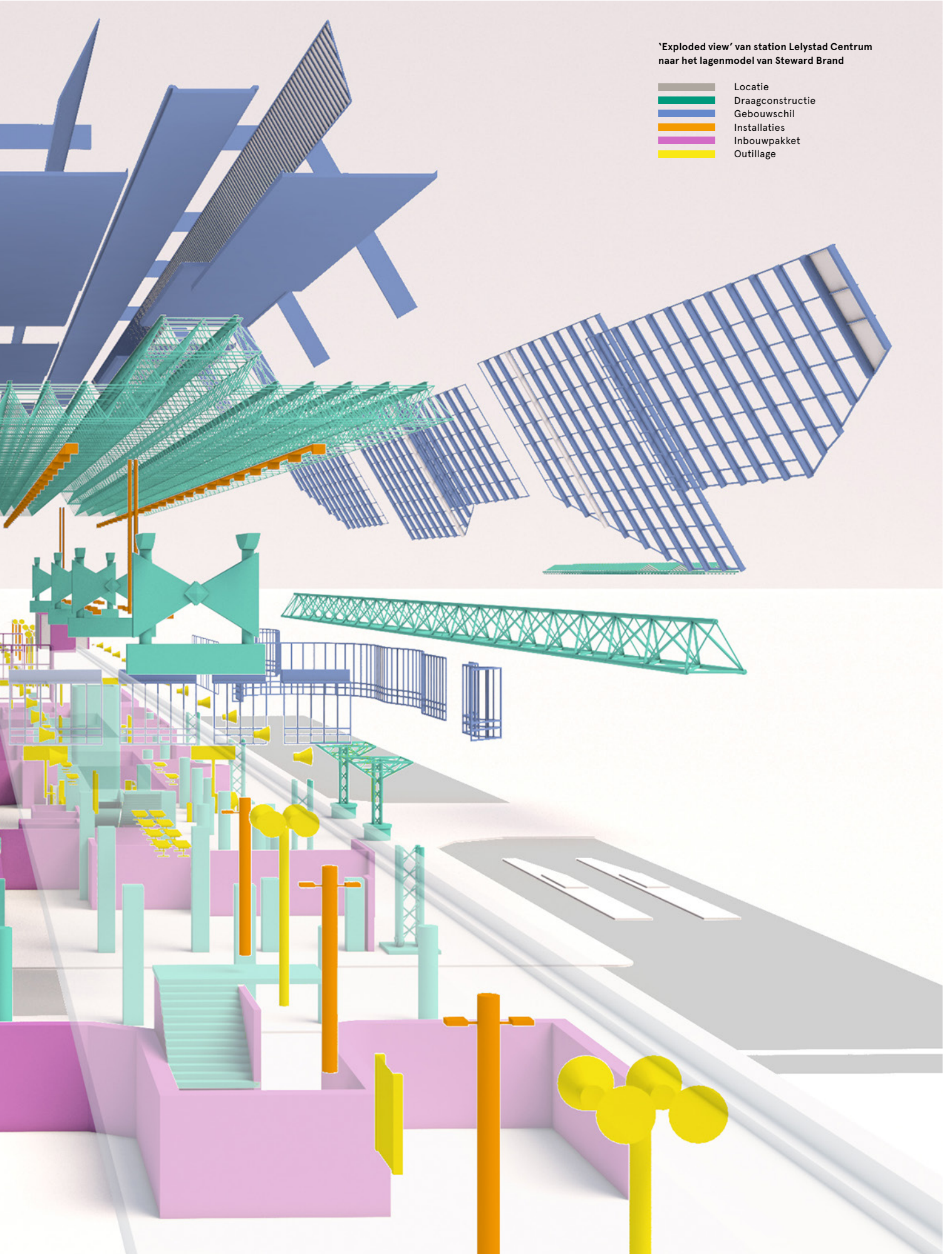
ProRail en NS zijn belangrijke spelers op het vlak van circulair materiaalgebruik en stations vormen interessante materialenbanken. Station Lelystad is een goed voorbeeld. De tekeningen die speciaal voor deze publicatie zijn gemaakt, laten goed zien welke kansen er liggen. Door het station helemaal 'uit elkaar te trekken' wordt duidelijk uit welke bouwkundige lagen (zie ook lagenmodel Steward Brand) een station bestaat, hoeveel materiaal er in iedere laag zit, hoe de lagen zich tot elkaar verhouden en hoe de lagen zelf weer zijn opgebouwd uit kleine componenten en elementen. De kleuren in deze tekeningen komen overeen met de kleurcodering uit de lagen-tekening. Zo wordt in een oogopslag de potentie duidelijk.



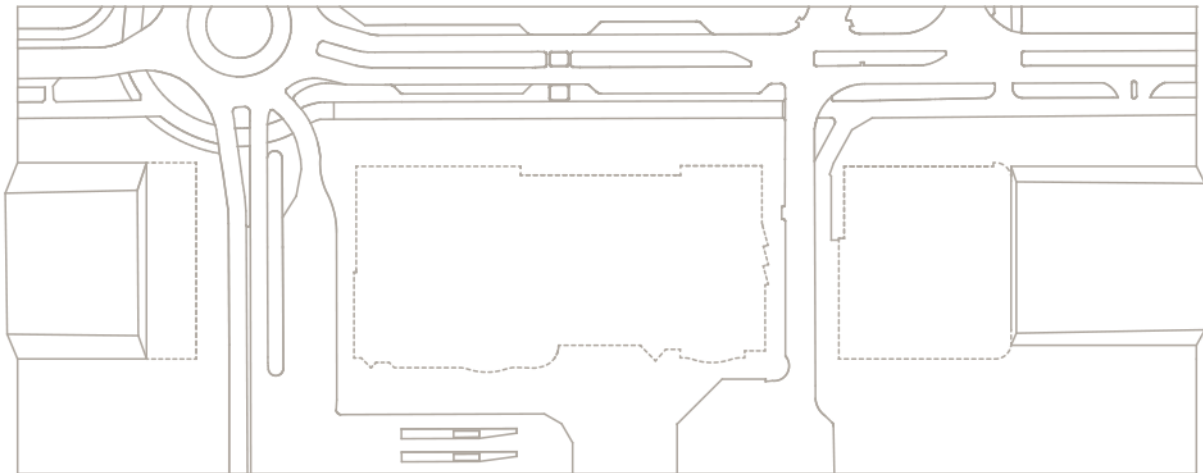
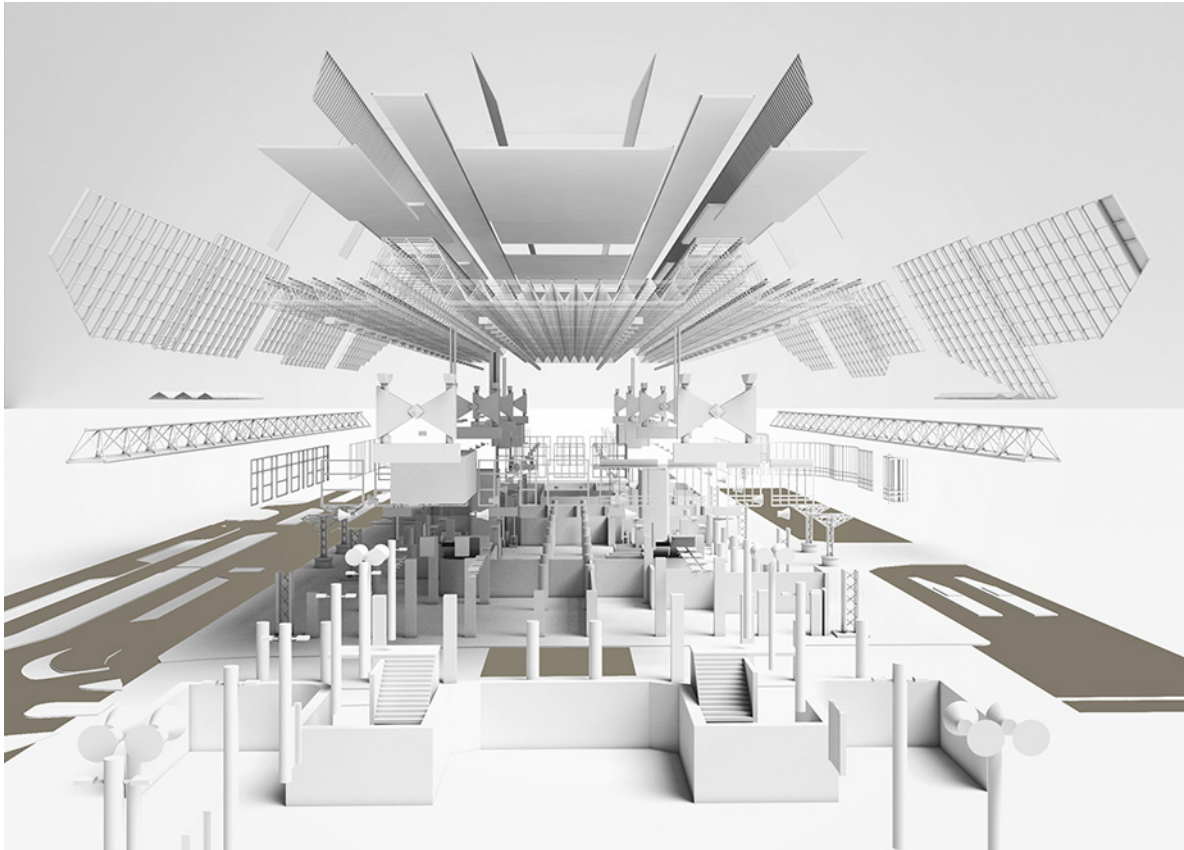


'Exploded view' van station Lelystad Centrum
naar het lagenmodel van Steward Brand

- Locatie
- Draagconstructie
- Gebouwschil
- Installaties
- Inbouwpakket
- Outillage

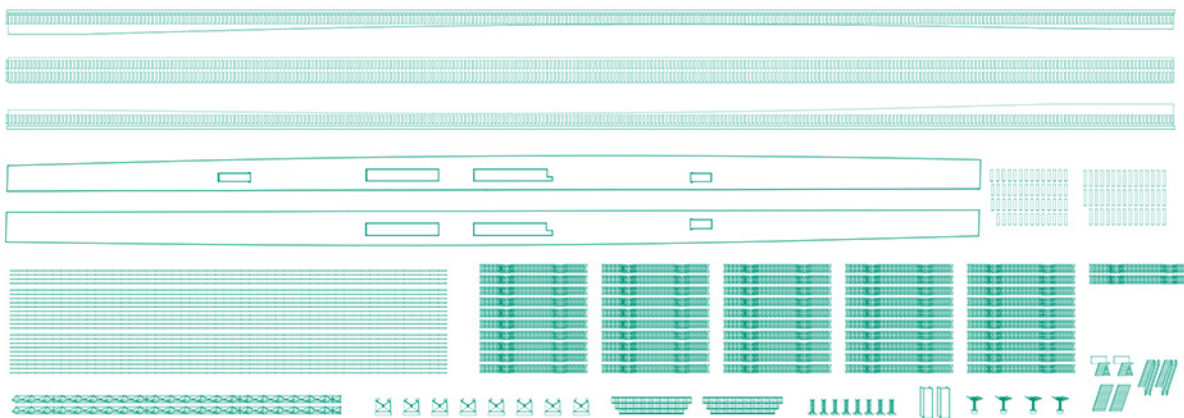
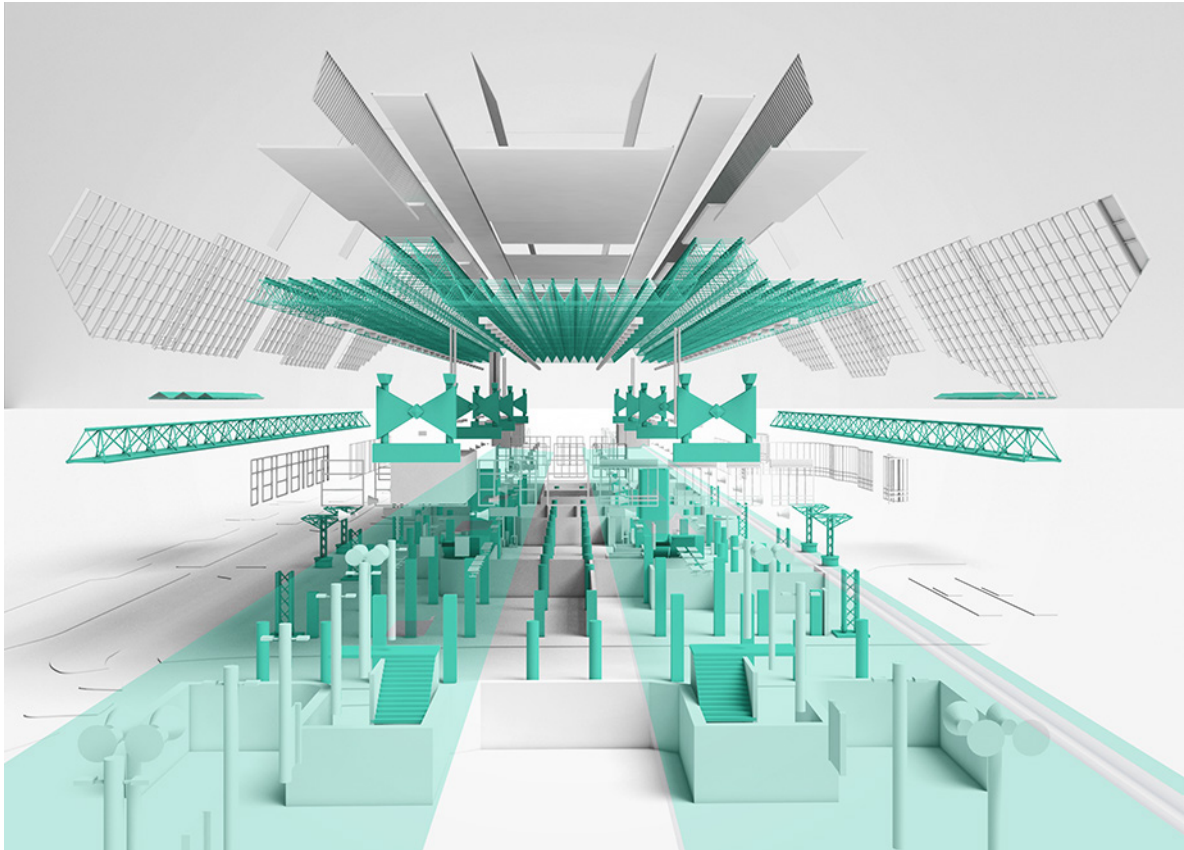


A Locatie



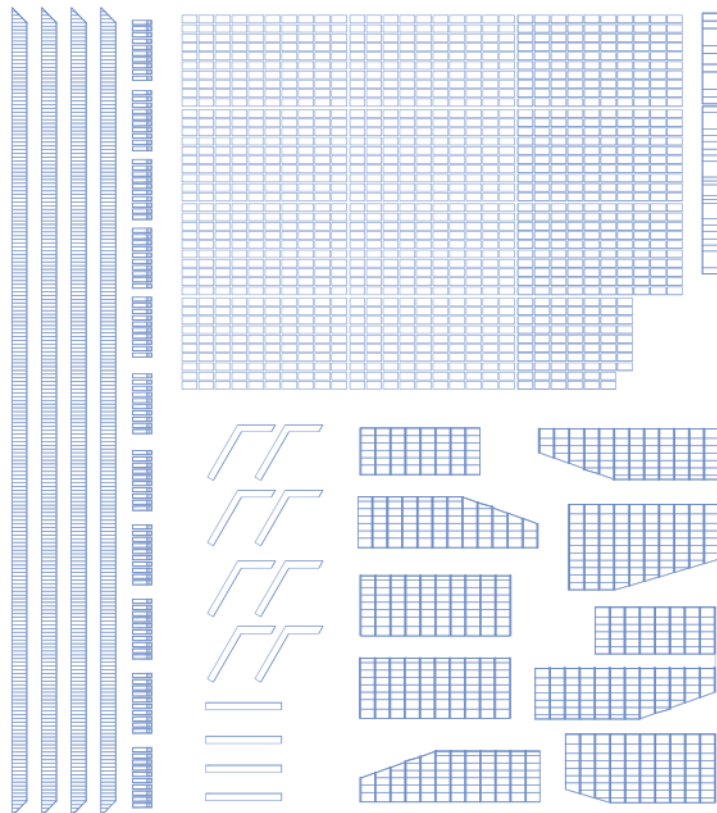
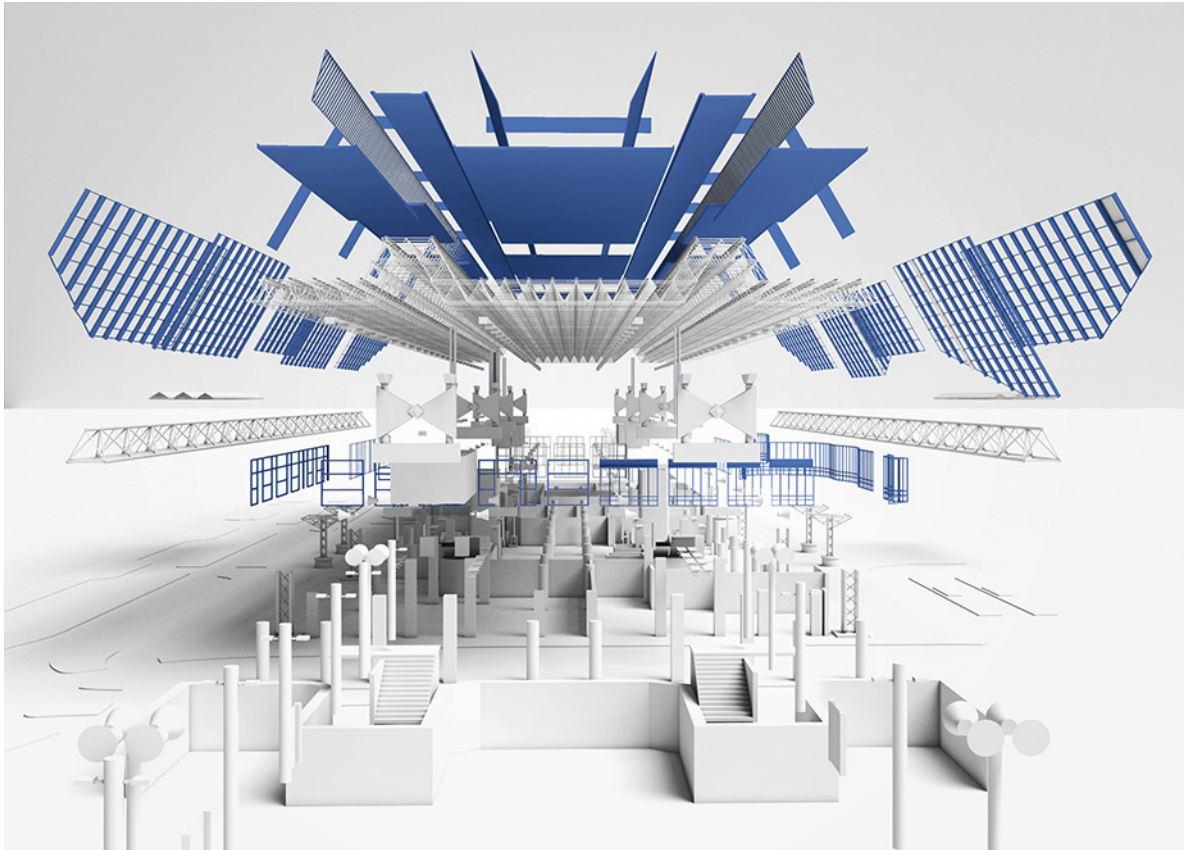
0 10 20 30

B Draagconstructie



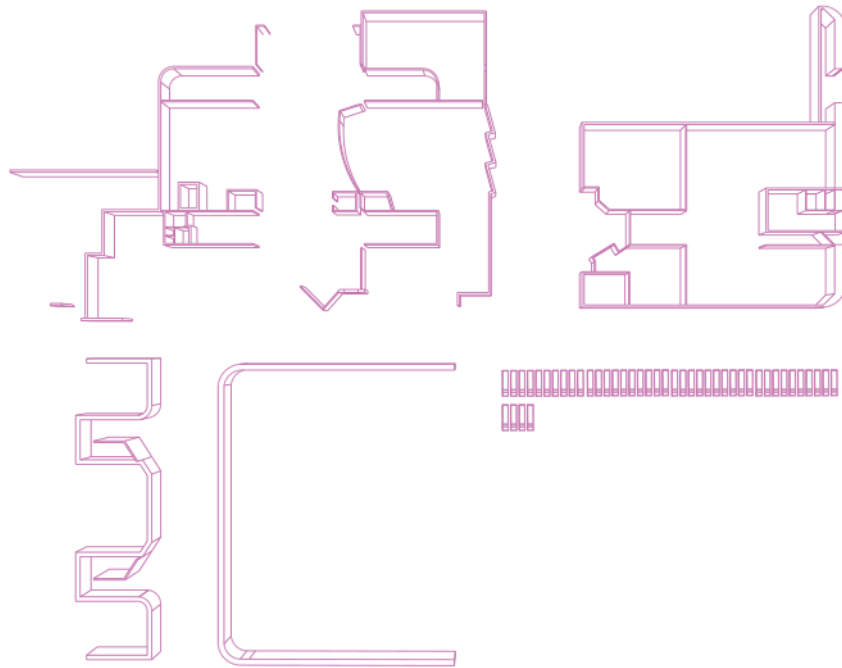
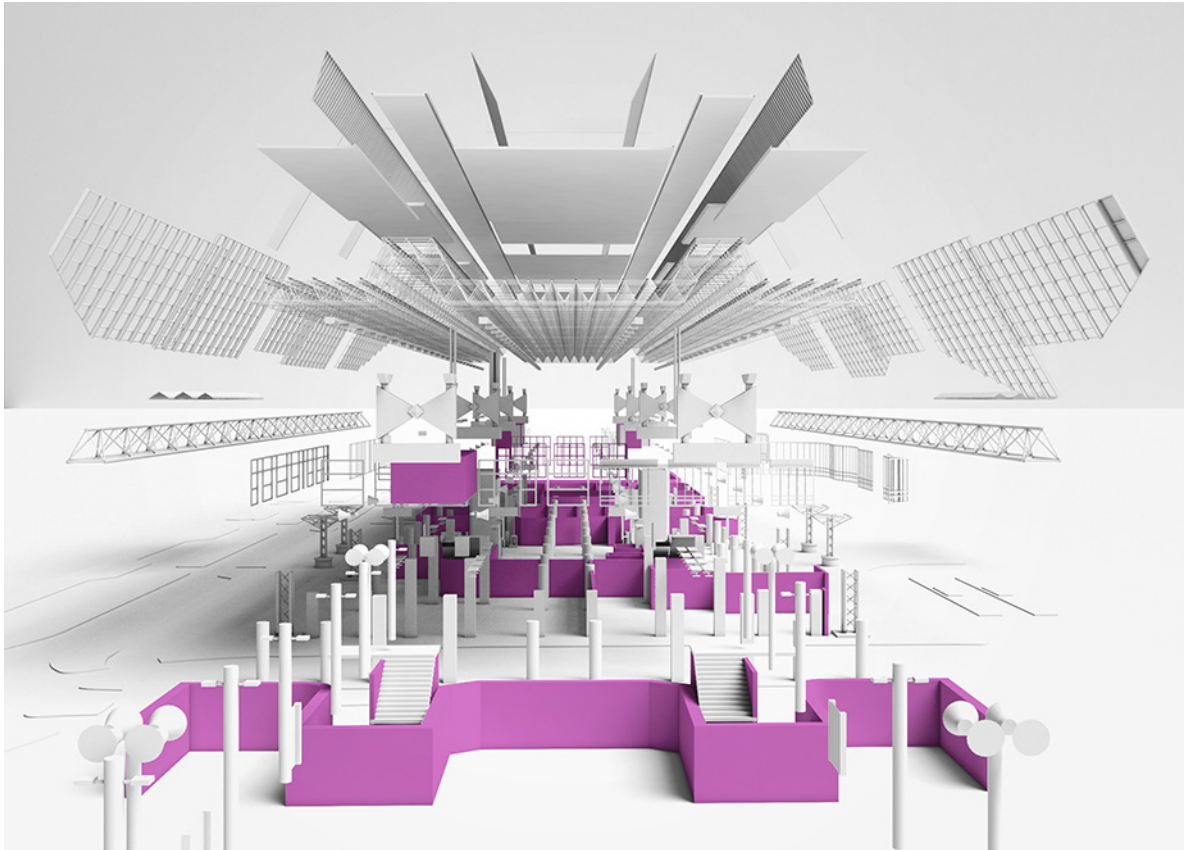
0 10 20 30

C Gebouwschil



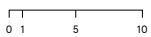
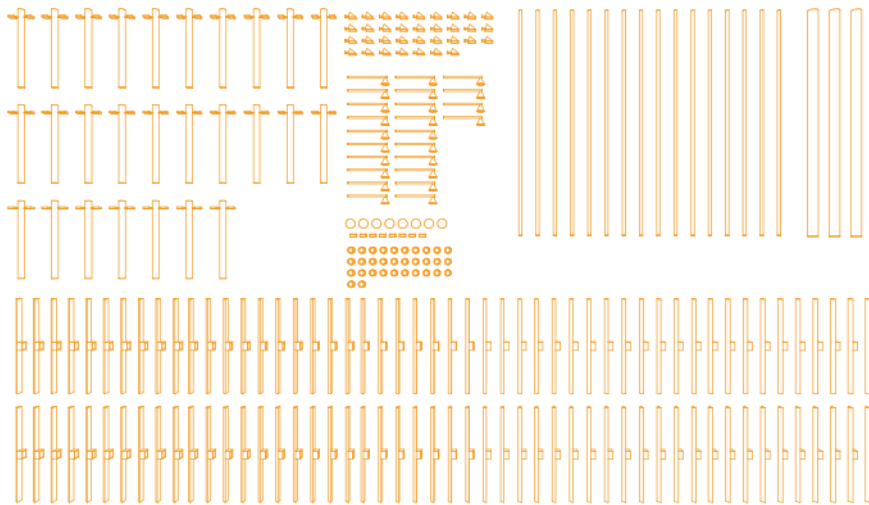
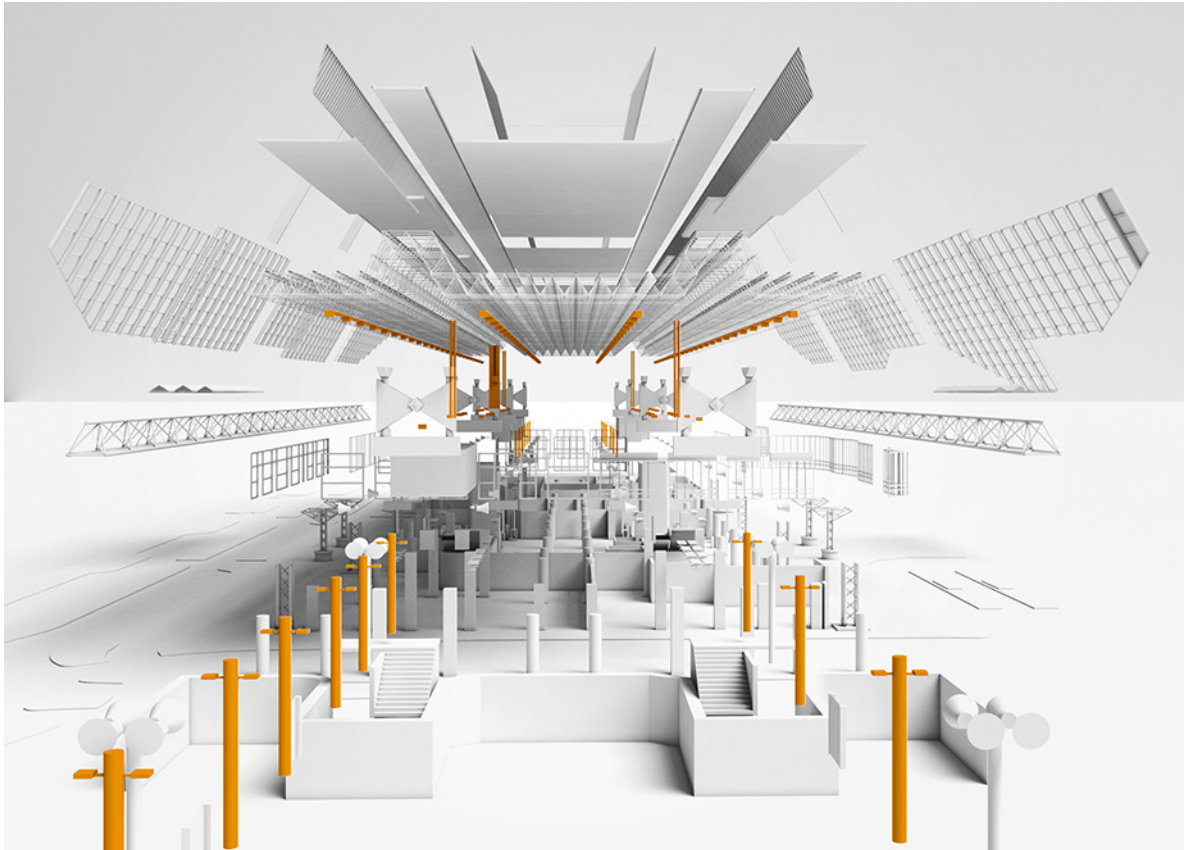
0 10 20 30

D Inbouwpakket

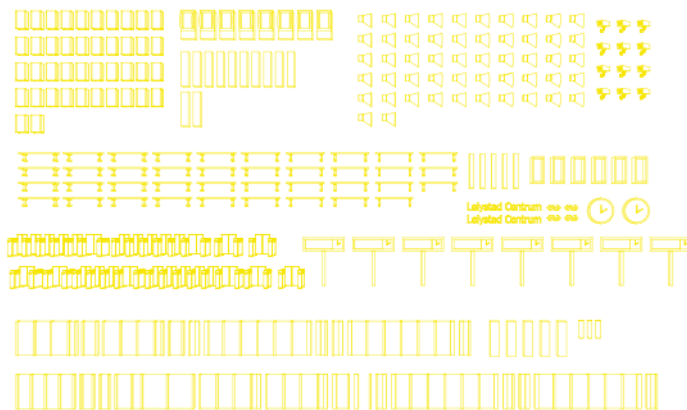
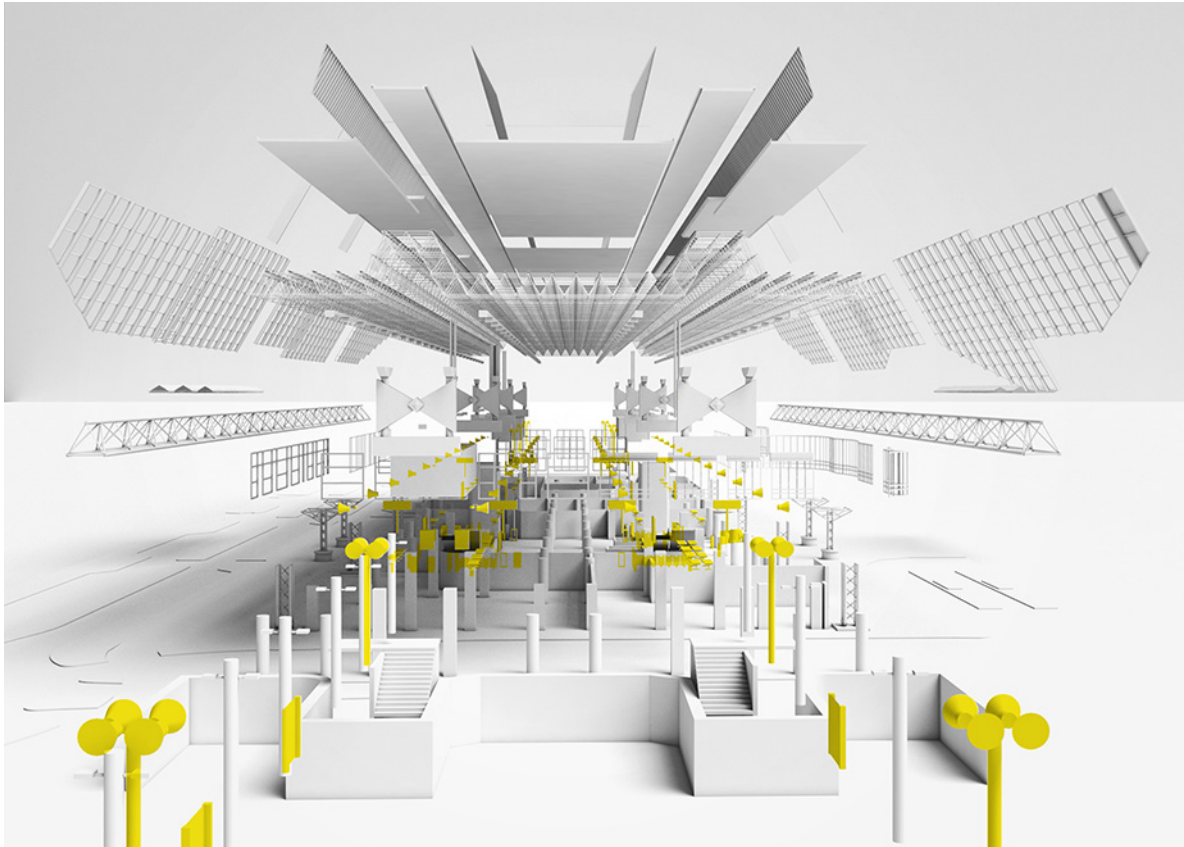


0 10 20 30

E Installaties



F Outillage



0 1 5 10

Vergelijking A-F

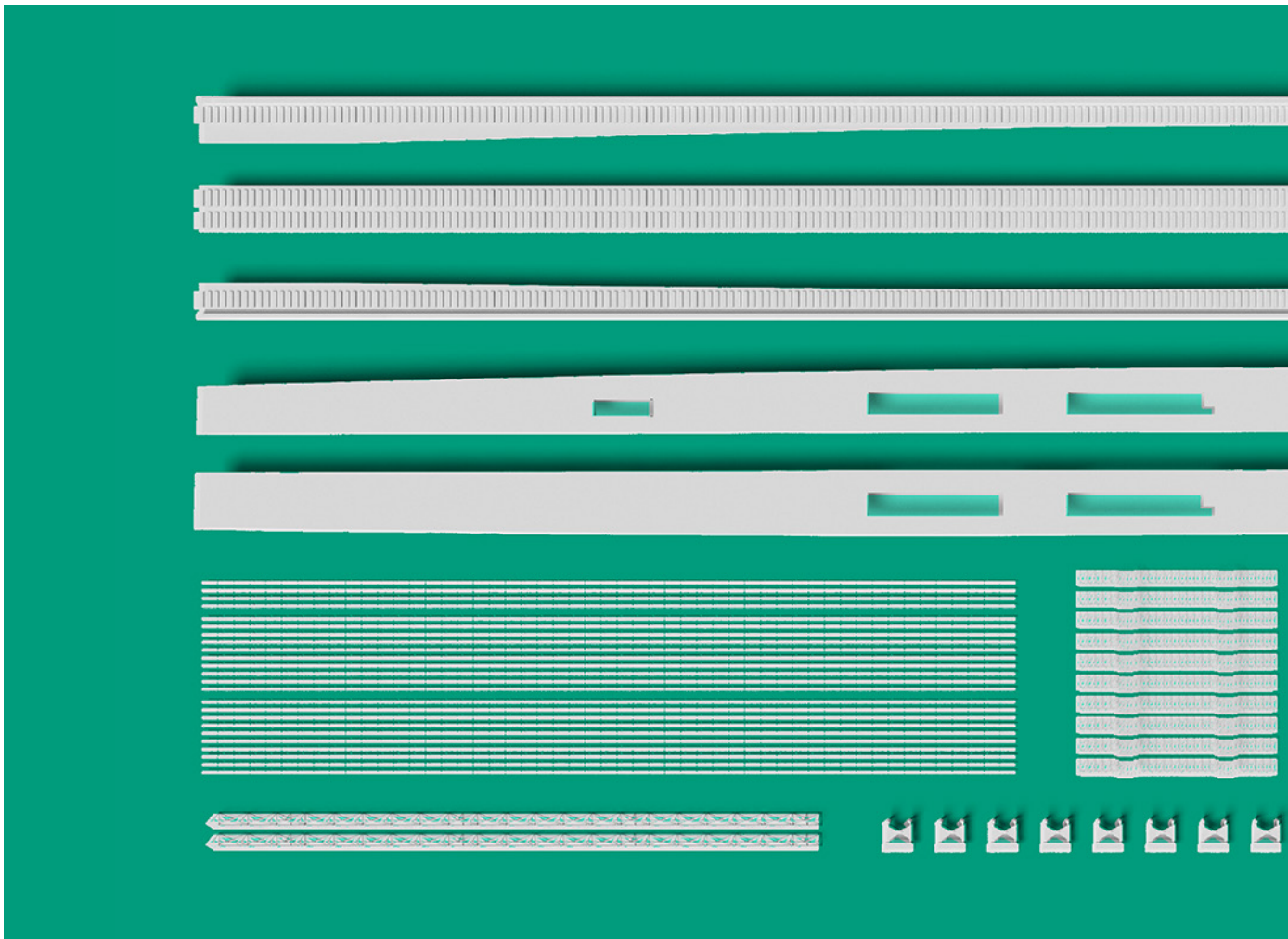
Overzicht van de lagen van Steward Brand op schaal

In dit overzicht zijn alle materialen van het station uiteengelegd. Interessant is het feit dat de lagen waarin het materiaalgebruik beperkter is – zoals de outillage en het inbouwpakket – een kortere levensduur hebben.

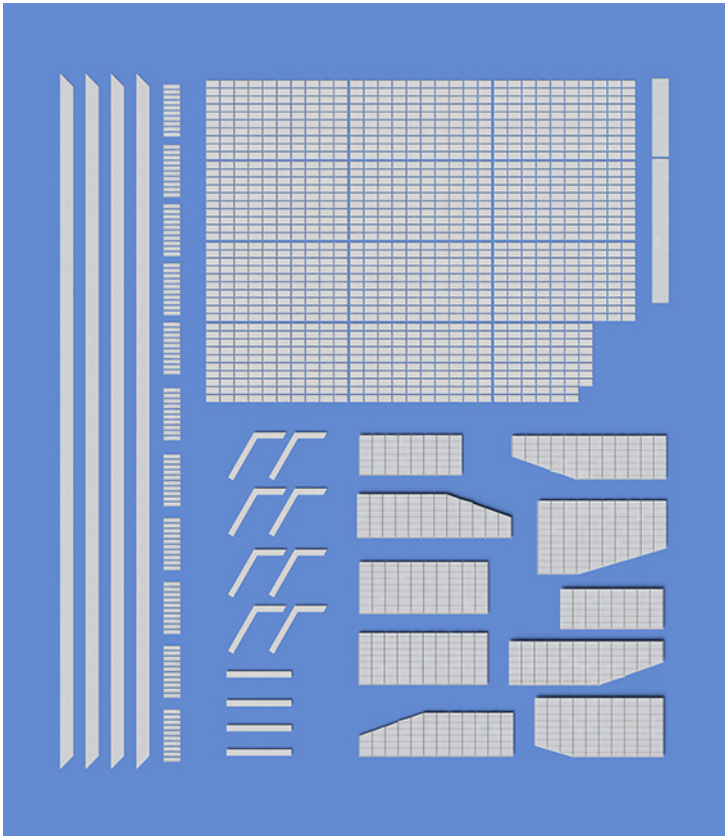
A Locatie



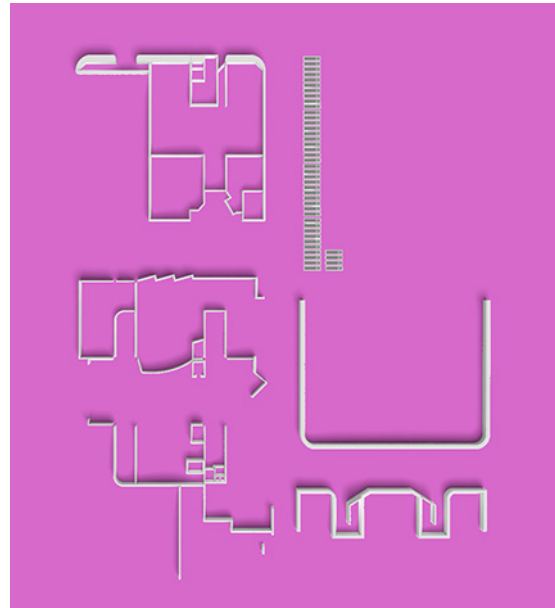
B Draagconstructie



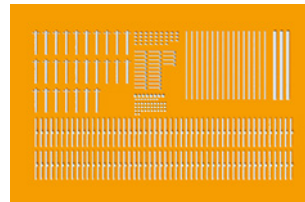
C Gebouwschil



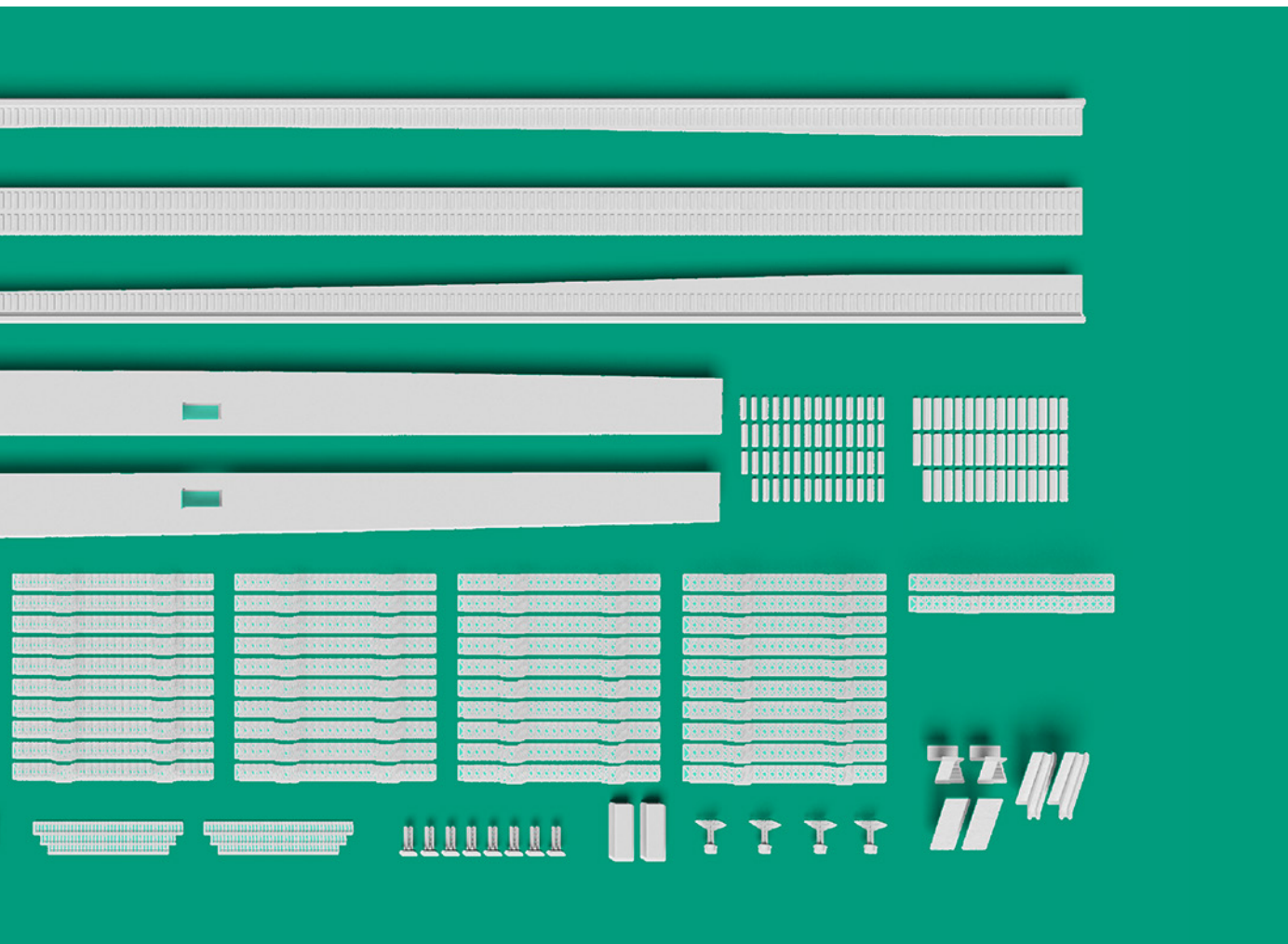
D Inbouwpakket








































E Installaties



F Outillage



Overzicht vier invalshoeken om de opgaven te benaderen en bijhorende principes

	Dematerialisatie	Product- en productieontwerp	Recycling en upcycling	Waardendenken
Materiaal	 Elimineren  Reduceren  Lange levensduur	 Innoveren  Herontwerpen  Niet-toxische materialen	 Recyclen  Cascaderen  Onderhouden  Materiaal-paspoort	 Biobased materialen  Lokale materialen  Gezonde materialen  Inspiratie uit de natuur
Component	 Lange levensduur  Lichte materialen  Product sharing  Leasing	 Demontabel ontwerpen  Verbeteren productie  Modulair ontwerpen  Standaard componenten	 Upcyclen  Product hergebruiken  Repareren en opknappen	 Duurzame energie  Schoon water  Schone lucht  Voedsel produceren
Gebouw	 Stapelen functies	 Flexibel ontwerpen  Scheiden drager en inbouw  Met overmaat ontwerpen	 Transformeren  Herbestemmen	 Gebouw als materialenbank  Community bouwen  Dierbaar gebouw
Locatie				

3

Naar een circulair station: vier invalshoeken

Wanneer helder is welke materialen er zoal zijn en worden toegepast in stations, en in welke hoeveelheden, kunnen we stilstaan bij de benadering van de circulaire opgave. Grofweg zijn er vier invalshoeken te onderscheiden:



1 Dematerialisatie

Vanuit de energietransitie weten we dat stap één besparing is. Voor materialen geldt in principe precies hetzelfde. Hoe meer materialen je nodig hebt, hoe groter de milieu-impact. Dematerialisatie gaat over het beperken van het materiaalgebruik. De meest voor de hand liggende oplossing is het verminderen van het gebruik van primaire en hergebruikte grondstoffen. Minimaliseren van het gebruik van primaire grondstoffen brengt bovendien de emissies als gevolg van de winning en verwerking terug. Daarbij staat de term 'emissies' voor de schadelijke stoffen die uitgestoten worden in de lucht, water en bodem als onderdeel van industriële en huishoudelijke productie met effecten op het milieu, klimaat, dieren en mensen.

Gezien de groeiende wereldbevolking en het streven naar meer welvaart, lijkt een absolute reductie van materiaalgebruik wereldwijd onhaalbaar. Wel kunnen we kijken hoe we kunnen bouwen met minder materiaal en een lagere milieu-impact. Dit wordt aangeduid met het begrip 'ontkoppelen'. Voorbeelden van het verminderen van het grondstofgebruik zijn 'reduceren', 'eliminieren', 'leasing' en het delen van producten.

- Reduceren is simpelweg het gebruik van zo min mogelijk materiaal voor een specifiek(e) product of functionaliteit. Dit principe wordt al veel gebruikt in de bouw, alleen dan vooral met het oog op gewichtsbesparing. Denk aan de keus voor een vakwerkligger in plaats van een volle ligger.
- Eliminieren is het schrappen van bepaalde onderdelen.
- Een heel ander principe is de ontwikkeling van concepten waarbij het product als een dienst wordt aangeboden. Dit wordt 'leasing' genoemd. De M-use lift van Mitsubishi Electric is een voorbeeld. De aanleiding was de wens van de leverancier om de kwaliteit van de geleverde producten te verbeteren in een markt die erg gericht is op een lage aanschafprijs. Dit maakt dat veel opdrachtgevers kiezen voor de goedkoopste lift. Er zitten evenwel aanzienlijke verschillen tussen liften wat betreft het percentage foutmeldingen en de gemiddelde tijd dat de liften buiten gebruik zijn. Door klanten per rit te laten betalen, en Mitsubishi verantwoordelijk te laten zijn voor exploitatie en onderhoud, kan de klant beschikken over een kwalitatief beter product, terwijl de initiële investeringen voor de opdrachtgever en de kosten gedurende de levenscyclus voor de gebruiker afnemen.
- De OV-fiets is een goed voorbeeld van 'productdelen'. Deze fiets wordt intensief door meerdere mensen gebruikt en staat niet eindeloos bij jou in de schuur terwijl je elke dag met de auto naar je werk gaat. In dit

kader wordt vaak gesproken over de deeleconomie met online platforms zoals neighborgoods.net, waarbij een product met verschillende gebruikers gedeeld kan worden.



2 Product- en productieontwerp

Herontwerp is binnen deze invalshoek het toverwoord. Tot nu toe hebben we gebouwen nooit echt ontworpen met het oog op de-montage en hergebruik. Bij het komen tot circulaire stations is hergebruik juist een belangrijke voorwaarde. Architecten en aannemers zullen te maken krijgen met aanvullende eisen op dit gebied. Met het ontwerp en de engineering wordt in hoge mate bepaald hoe flexibel, aanpasbaar en toekomstbestendig een gebouw wordt. Ook de bijbehorende bouwcomponenten zullen herontworpen moeten worden zodat ze gemakkelijk kunnen worden hergebruikt en/of gerecycled. Wanneer prestatie-eisen van het gebouw wijzigingen, en gebouwonderdelen worden aangepast, zullen de verschillende componenten geschikt moeten zijn voor hoogwaardig hergebruik.

Een goed ontwerp van componenten en producten bepaalt in hoge mate of hergebruik op een gegeven moment ook echt aan de orde kan zijn. Het ontwerp kan daarmee richting geven aan de uiteindelijke milieu-impact van het bouwproduct en het gebouw. Daarnaast beïnvloedt het ontwerp in belangrijke mate de impact van het productieproces bij nieuwbouw, verbouw of transformatie.

Bij deze benaderingswijze horen veel circulaire principes die ook gebruikt worden bij industriële productontwikkeling: een sector waar al veel meer aandacht is voor circulariteit. Het gaat dan om principes als demontabel ontwerpen, standaard componenten, flexibel ontwerpen en modulair ontwerpen. Deze principes zijn erop gericht om in zoveel mogelijk facetten circulariteit te ondersteunen, zowel in materiaal-, ontwerp- als productiekeuzes. Belangrijk is om stil te staan bij of en hoe materialen gecombineerd moeten worden. Zo worden er producten bedacht waarbij kunststof of metaal wordt toegevoegd om biobased materiaal te verstevigen. Door het samensmelten van twee verschillende materialen wordt hergebruik bemoeilijkt of onmogelijk gemaakt. Bovendien gaat het om oplossingen die een lage footprint hebben of het vervangen van niet duurzame grondstoffen door duurzame alternatieven.

Een voorbeeld is de fietsenstalling die gerealiseerd wordt bij station Rotterdam Alexander. Deze komt tegen het spoortalud aan, wordt volledig opgebouwd uit standaard elementen en is volledig demontabel. Wanneer in de toekomst het spoor uitgebreid moet worden, en het talud moet worden verplaatst, kan de stalling worden afgebroken en elders weer worden opgebouwd.

Binnen deze invalshoek valt ook het principe 'eliminieren van toxische stoffen'. Door o.a. geen kankerverwekkende of irriterende hulpstoffen te gebruiken, vergroot je het terrein waarvoor het product of materiaal in de toekomst kan worden hergebruikt. Denk bijvoorbeeld aan houten bielzen. In het verleden werden deze vaak behandeld met creosoten. Inmiddels is duidelijk dat dit zeer 'zorgwekkende stoffen' zijn die hergebruik dus bemoeilijken.



3 Hergebruiken

Hier is het zaak om zoveel mogelijk producten te hergebruiken en op zijn minst secundaire grondstoffen te vinden waarvan de benodigde bouwcomponenten gemaakt kunnen worden. De uitdaging is om producten op de hoogst mogelijke manier te hergebruiken. Dat betekent dat het beter is om een gebruikt houten raam onderdeel te laten zijn van een nieuwe gevel dan het hergebruik van het hout voor, bijvoorbeeld, een meubelstuk of – versnipperd en wel – als component in een voorwerp van *biobased* composiet. Een ander voorbeeld is het hergebruik van een betonconstructie uit een flatgebouw als drager voor een woning. Dit is beter dan een vermaling van het beton tot granulaat. Het allerbest is een product te gebruiken dat meer waarde vertegenwoordigt dan bij een eerdere toepassing. Dit heet *upcyclen*. Voorbeelden zijn het hergebruik van een windmolenwiek als zitbank door Superuse Studios of de vierkante bierflesjes (World Bottle) die architect John Habraken ooit ontwierp. Met de flesjes is tevens een muur te 'metselen'.

Bij hergebruik gaat het in eerste instantie over de inzet van materialen en producten die al voor handen zijn en niet speciaal voor het station hoeven te worden gemaakt. Het nadenken over de productie van de benodigde onderdelen zelf – zodat zij hergebruik en *upcycling* in de toekomst zoveel mogelijk faciliteren – is onderdeel van product- en productieontwerp.

Om hergebruik te faciliteren zijn meer zaken nodig. Voor de architecten van het Rotterdamse Superuse Studios was dit de reden om de oogstkaart.nl te ontwikkelen: een marktplaats voor professionele *upcyclers*. Een ander voorbeeld is Cirkelstad. Hier is gewerkt aan een aantal logistieke hubs in Amsterdam, Rotterdam en Utrecht waar gebruikte bouwproducten opgeknapt worden en vervolgens weer ingezet worden bij andere bouwprojecten in de regio. Het creëren van dergelijke hubs leidt tot een vermindering van de algehele vraag naar primaire grondstoffen. Bovendien reduceert het energieverbruik en CO₂-uitstoot.

Als bouwcomponenten in dezelfde regio worden hergebruikt, kunnen de CO₂-besparingen als gevolg van minder transportbewegingen zelfs worden verdubbeld tot 50-60%. Dit is met name voordelig in regio's waar de wegen toch al overbelast zijn, zoals rond de grote steden. In

een proefproject in Londen werden hierdoor de transportbewegingen van het bouwverkeer met 68% verminderd. Dat is fors, zeker wanneer je bedenkt dat 30-40% van al het wegverkeer bouwgerelateerd is.



4 Waardedenken

De vierde invalshoek richt zich op het voorkomen en herstellen van de schade die de mens heeft toegebracht aan het milieu. Binnen deze invalshoek gaat het ook om de verbetering van de kwaliteit van de eigen leefomgeving. Kortgezegd is deze benaderingswijze gericht op waardedenken. Dit kunnen verschillende soorten waarden zijn.

Het meest voor de hand ligt de financieel-economische waarde. Deze staat in ons huidige economisch stelsel centraal bij zo ongeveer alles wat we doen. Het gaat om de waarde van het object zelf en die van het station, maar ook om de (economische) waarde die het station levert aan de directe omgeving en de ontwikkeling van de regio.

Verder is het voor investeerders interessant om op verschillende niveaus te kijken naar de restwaarde. Denk bijvoorbeeld aan de waarde van het station als het stationsgebouw niet langer in gebruik is, maar ook om de waarde die de verschillende functionele onderdelen vertegenwoordigen als het gebouw uit elkaar wordt gehaald. Dan gaat het bijvoorbeeld om de fietsenstallingmodules, de bouwcomponenten en de deelproducten en materialen.

Het belang van sociale waarde krijgt tegenwoordig steeds meer aandacht. Dan gaat het om de waarde voor het bedrijf, de klanten maar ook om de waarde voor de maatschappij als geheel. Hier kan bijvoorbeeld aan bijgedragen worden door nieuwe gemeenschappen op te bouwen rond het stations of bestaande verder te verstevigen. Denk aan de mensen die werken rond het station. Hoe kan een gebouw bijdragen aan een prettige werkomgeving waarbij mensen beter samenwerken en in staat gesteld worden betere diensten te leveren?

Deze aanpak zien we in Nederland vooralsnog vooral terug rond het wonen: *gemeenschapsbouwen*. Architectenbureau Space&Matter bouwt tijdens de initiatieffase bijvoorbeeld vaak aan een community van gelijkgestemden of personen die bepaalde interesses delen. Datzelfde is ook mogelijk rond werkprogramma's, eventueel gekoppeld aan belangen in de buurt. Denk aan het realiseren van werkgelegenheid en het geven van identiteit aan een plek en daardoor aan de daar levende gemeenschap.

Voor de maatschappij is ook de culturele waarde van het gebouw van belang. Vertegenwoordigt het gebouw een bepaalde architectonische waarde? Heeft het iconische waarde voor een bepaalde tijdsperiode, aanpak of architectuurstijl? Dit gaat zowel op voor het exterieur als het interieur. Verder kan bij waardedenken gedacht worden aan de

waarden die het station aan de omgeving kan geven op het vlak van schoon water, opgewekte duurzame energie, materialen die op termijn vrijkomen voor hergebruik, gezonde materialen, voedselproductie en het in standhouden van de biodiversiteit. Tot slot kan een koppeling van functionele en esthetische waarde ertoe leiden dat het station fijn is in gebruik. Mensen kunnen zich hierdoor hechten aan een station waardoor zij waarschijnlijk bereid zijn om extra moeite doen om het voor de lange termijn te behouden en het station te transformeren in plaats van het te slopen: het station als een 'dierbaar gebouw'.

In de praktijk zijn er diverse bestaande ontwerpstrategieën die ook ingezet kunnen worden voor het ontwerpen van circulaire stations:



Strategie 1 – de Meccanodoos

Het idee achter de Meccanostrategie wordt ook wel Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen (IFD) genoemd. Het is het ontwerpen en toepassen van industrieel ontwikkelde en geproduceerde bouwcomponenten die makkelijk aanpasbaar en afbreekbaar zijn. De componenten zijn ontworpen met het oog op hergebruik. Hierdoor draagt de IFD-aanpak bij aan vermindering van het gebruik van primaire grondstoffen.

IFD zet in op standaardisatie van maatvoering en bevestigingstechnieken. Dit vergemakkelijkt het vervangen van componenten en het hergebruik ervan. Het is noodzakelijk om goed na te denken over het monteren van bouwcomponenten. Ze moeten later ook makkelijk te verwijderen zijn, zonder dat het product zelf, of de rest van het gebouw, wordt beschadigd. Hierdoor wordt onderhoud en het upgraden van een gebouw eenvoudiger. Denk bijvoorbeeld aan de gevel of de installaties. Dat lijkt een open deur maar blijkt in de praktijk minder eenvoudig dan gedacht.

Doordat componenten makkelijk te verwijderen zijn, is het gebouw ook makkelijker te veranderen. Bij aanpassingen is het mogelijk om de verwijderde componenten op een andere plek in het gebouw, of elders, opnieuw te gebruiken. Of om zelfs het hele gebouw – of bijvoorbeeld een fietsenstalling – te verplaatsen en te hergebruiken.



Strategie 2 – Back to basic

Deze strategie gaat uit van eenvoud. Daarbij wordt uitgegaan van producten en materialen met een lage footprint die zoveel mogelijk onbehandeld en in het zicht worden gelaten. Vanwege de lage impact wordt vaak gekozen voor biobased grondstoffen. Het gebruik van standaard handelsmaten of gestandaardiseerde producten zorgt dat de mogelijkheden voor hergebruik optimaal zijn. Bij het gebruik van biobased grondstoffen worden de volgende drie basisprincipes in acht genomen:

1

Gebruik niet meer hernieuwbare grondstof dan dat er kan groeien

Er is een limiet aan de hoeveelheid hernieuwbare biomassa. Dit betekent dat er een maximale hoeveelheid biomassa is waarbinnen alle (bouw)opgaven moeten worden gerealiseerd. Het gebruik van biomassa wordt daarom afgestemd op de productie.

2

Gebruik elk onderdeel van de beschikbare biomassa

Veel planten worden gekweekt met een doel. Daarbij wordt vaak slechts een specifiek onderdeel van een plant gebruikt. Zo wordt

gras of soja verbouwd voor de eiwitten die deze gewassen bevatten: koolzaad en lijnzaad voor de olie, en mais en suikerbieten voor de suiker. Zaak is om alle onderdelen van de plant te gebruiken. Dit is uitgewerkt voor gewassen zoals bijvoorbeeld lisdodde en hennep. Daarmee vergroten we het percentage toegepast materiaal per totale hoeveelheid beschikbare biomassa.

3

Zoveel mogelijk hoogwaardig gebruik van de verschillende fracties

Naast dat het goed is alle fracties van een plant te gebruiken, maakt het uit voor welke toepassing deze fracties worden ingezet. Kijkend naar bijvoorbeeld hennep, wordt duidelijk dat deze plant voor heel verschillende functies ingezet kan worden. Het bevat ingrediënten voor medicijnen, de vezels kunnen gebruikt worden voor biocomposiet en de olie van de zaden als oplosmiddel voor coatings. Het streven is om alle onderdelen te gebruiken voor zo waardevol mogelijke toepassingen.

Er wordt in de 'back to basic strategie' vaak voor gekozen om afwerking zoveel mogelijk achterwege te laten. Dit in tegenstelling tot de Meccanostrategie waar de afwerking vaak afneembaar wordt gemaakt. Daarnaast wordt gewerkt met standaard handelsmaten of gestandaardiseerde producten om te zorgen dat de mogelijkheden voor hergebruik realistisch blijven.



Strategie 3 – Use to the max

Deze strategie richt zich op het verlengen van de levensduur van gebouwen en bouwcomponenten, het liefst in de vorm en conform het gebruik waarop het ontworpen is. Een belangrijke grondgedachte is om de draagstructuur los te koppelen van gevel en inbouw. Dit omdat de levensduur van de drager meestal veel langer is. Door de drager los te koppelen en zodanig vorm te geven dat deze meerdere vormen van gebruik mogelijk kan maken, is de kans groter dat deze een langere levensduur beschoren is.

Verder wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van al eerder gebruikte (bouw)componenten of bouwmodules uit andere projecten. In gebouwen worden bouwcomponenten meestal niet gebruikt tot het einde van hun technische levensduur. Voor gevels, maar vooral voor het inbouwpakket en de daarbij behorende installaties, geldt dat het gebruik van het gebouw om een andere inrichting vraagt terwijl de producten zelf nog prima zijn. Ook dubbelgrondgebruik en het combineren van functies in één gebouw passen goed bij deze strategie.



Strategie 4 – Bricolage

Op het moment wordt veel bouwafval voornamelijk op materiaalniveau hergebruikt: gerecycled dus. Deze omzetting vraagt veel energie. Bovendien zijn er slechts weinig materialen die bij 100% recycling nog op hetzelfde kwaliteitsniveau zitten. Daarom is het beter om deze

producten op een hoogwaardige manier in gebouwen te verwerken. Door deze bouwcomponenten te hergebruiken, wordt bouwafval vermeden, maar ook de winning van nieuwe grondstoffen. Er kan tevens gebruik gemaakt worden van afvalproducten uit andere sectoren.

Een bekend voorbeeld is het verwerken van gebruikte spijkerbroeken als isolatiemateriaal met als voorbeeld het CIRCL-paviljoen aan de Amsterdamse Zuidas. Ook binnen het spoor is een mooi voorbeeld te vinden. Met de Design Challenge die ProRail eind 2018 uitschreef werden ontwerpers uitgedaagd om ontwerpen te maken met bestaande spoormaterialen. Een van de winnaars was Leonie Welling die een spoorbrug van bestaande spoormaterialen maakte.

Bij Bricolage gaat het om de zoektocht naar tweedehands componenten, afkomstig van binnen of buiten de bouwsector, die in een gelijkwaardige functie of in een geheel nieuwe functie worden toegepast. In het geval van bovengenoemd voorbeeld is er sprake van *superuse*: de producten hebben een toepassing met een hogere waarde gekregen. Kwaliteit is een belangrijk aandachtspunt. Met name bij onderdelen van een draagstructuur wil je zeker weten dat deze nog de gewenste sterkte en stijfheid hebben. Ook wil je er zeker van zijn dat er geen ongewenste neveneffecten ontstaan, bijvoorbeeld doordat er stoffen vrijkomen die schadelijk zijn voor milieu en/of gezondheid.

Het hergebruik van bouwmaterialen is overigens zo oud als de mensheid. Zo zijn in veel historische panden stenen en kolommen te vinden die afkomstig zijn uit een ouder afgebroken gebouw. Er is op dit vlak meer mogelijk dan je in eerste instantie denkt. Zo worden naast constructieve onderdelen, deuren, ramen en complete gevels ook trapleuningen, balustrades, kabelgoten en brandslangen hergebruikt. Ook hier is CIRCL een mooi voorbeeld.

Onderdeel van deze strategie kan ook het gebruik van lokaal beschikbare grondstoffen zijn. Vaak wordt een bepaalde actieradius vastgelegd waarbinnen productie en winning van de secundaire grondstoffen en tweedehands producten moet plaatsvinden. Een bekend voorbeeld is Villa Welpeloo in Enschede van Superuse Studios. Deze villa werd voor 70% gebouwd uit afbraakmaterialen en productieoverschotten afkomstig uit een straal van vijftien kilometer rond het bouwterrein. Superuse Studios ontwikkelden voor deze aanpak de al genoemde oogstkaart.nl. De houten gevelbekleding bestaat uit oude kabelhaspels die een thermische behandeling ondergingen om verwerking tegen te gaan.

Strategie 5 – Zero

In deze strategie wordt de zero-waste strategie van de natuur doorgetrokken naar de bouw. Het idee is dat alle problematische bijproducten van bouwen, transformeren, verbouwen en onderhouden



zoveel mogelijk gereduceerd worden. Doel is om de klimaatimpact geheel naar nul terug te brengen; afval en het gebruik van toxische stoffen achterwege te laten; en water-, lucht en bodemvervuiling te vermijden. Bijkomend doel is de creatie van lokale werkgelegenheid en het uitbannen van ongelukken op de bouw.

De predikers van de zero-waste strategie – de zogenaamde *zeronauts* – maken hun experimenten en uitvindingen bekend aan een zo groot mogelijk publiek. Zo willen zij hun gedachtengoed 'opschalen'. Immers, pas bij een grootschalige uitrol worden de gewenste milieuverbeteringen echt gerealiseerd. Een goed voorbeeld zijn de ontwerpen van het Engelse architectenbureau ZEDfactory. De *zeronauts* onderscheiden vijf fases:

- EUREKA!, waarin helder wordt wat er nodig is, het zogenaamde Sputnik-moment.
- Het experiment.
- De bouw van de onderneming, *the enterprise*.
- De bouw van het bijbehorende ecosysteem.
- De fase waarin de hele economie op de schop moet.

Het is overigens niet zo dat de *zeronauts* ervan uit gaan dat je steeds naar een hogere fase gaat. Alle fasen zijn en blijven even belangrijk. Experimenteren, leren en uitrollen is een iteratief proces waarmee vele innovaties tot stand kunnen komen. *Zeronauts* laten zich bij het ontwikkelen van hun strategie inspireren door de ervaringen rond de uitrol van de Zero Defects-aanpak bij industriële productie van consumentenproducten. De strategie is in Nederland vooral bekend geworden door de Nul op de Meter (NoM)-aanpak van Stroomversnelling: een non-profit instelling die innoveert in de praktijk binnen het domein van de energietransitie van woningen en wijken. Bij de NoM-aanpak wordt het energiegebruik van woningen drastisch teruggebracht en de resterende energievraag afgedekt met zonne-energie. Deze huizen kunnen daardoor van het aardgas worden afgesloten. Bewoners betalen nog steeds maandelijks een bedrag ter hoogte van hun voormalige energierekening om de voor deze ingreep benodigde investeringen af te lossen.

Strategie 6 – The Value Engine

In deze strategie worden functies op verschillende schaalniveaus gestapeld om het *overall* materiaalgebruik zoveel mogelijk terug te dringen. Hiervoor worden met name diverse principes uit de invalshoek waardedenken gecombineerd. Centraal staat het toevoegen van waarde.

Combineren van verschillende functies in één product

Innovatie in de bouw gebeurt vaak door het toevoegen van een extra materiaallaag. Het is vanuit het oogpunt van dematerialisatie echter beter om na te denken over een oplossing waarin een materiaal



meerdere functies kan vervullen. Veel gevelmaterialen combineren nu al functies: een esthetische functie maar ook bescherming tegen regen en UV-straling. Hoe mooi zou het zijn als met de gevel ook energie kan worden opgewekt, opgeslagen en/of fijnstof kan worden afgevangen? Met 3D-printen is het mogelijk om verschillende dichtheden van hetzelfde materiaal te combineren tot één product. Hierdoor kunnen ook de eigenschappen van het materiaal veranderen. Deze technologie opent nieuwe mogelijkheden om een stapeling van functies in één product te realiseren.

Combineren van functies op gebouwniveau

Hetzelfde is mogelijk op gebouwniveau. Soms is het handig om soortgelijke functies bij elkaar te vinden. Denk aan gezondheidscentra waar je de huisarts, fysiotherapeut, diëtist en apotheek onder één dak vindt, maar ook aan het clusteren van functies die elk andere openingstijden hanteren en elkaar daardoor niet in de weg zitten. Een voorbeeld is de combinatie van een school met een buurthuis, lezingencentrum of cursuscentrum dat vooral 's avonds en in het weekend cursussen verzorgt. Verder denkend is het mogelijk om ruimtes dynamisch te maken. Denk aan vervoersmiddelen die tevens een vergaderfunctie hebben of zelfrijdende kantoormodules zoals WorkOnWheels. Door het combineren van functies wordt bespaard op materialen en de daarmee samenhangende milieu-impact beperkt.

Verder kan je denken aan de creatie van extra waarde door een gebouw bij te laten dragen aan energieproductie en -opslag, verbetering van de buitenluchtkwaliteit, voedsel en materiaalhub van de lokale materiaalbank. Een gebouw als energieproducent is al redelijk gemeengoed. Ook het gebruik van wanden met groenvoorziening zien we steeds meer. Andere kansen zijn *vertical farming* en de wand als element om water te reinigen.

Combineren van functies op wijkniveau

Intensief en meervoudig ruimtegebruik op stedelijke schaal kan leiden tot een significante milieuverbetering. Het zorgt voor een reductie van mobiliteit en het behoud van groene ruimte in de stad. De organisatie van 'werk' wordt daarmee bepalend voor de milieubelasting. Telewerken – zowel thuis, bij de klant of ergens onderweg – vormt daar een essentieel onderdeel van.

In het kader van Urban Metabolism wordt nagedacht over de verschillende stromen van materialen en energie die een stad gebruikt. Als gevolg van het modernistische CIAM-gedachtengoed over de rationele stad, zijn zeker in de periode na de Tweede Wereldoorlog de verschillende stedelijke functies gesegregeerd geraakt. Door een ander paradigma te adopteren en na te denken over de stad als organisme met een metabolisme of de stad als ecosysteem kunnen nieuwe ideeën ontstaan. Bijvoorbeeld over hoe zuivering van water

of complete materialenloops weer deel uit kunnen gaan maken van een wijk. Waarom zou de wijk waarin het station zich bevindt zich niet kunnen toeleggen op, bijvoorbeeld, stadslandbouw? Leegstaande delen van het station of ongebruikte delen van de gevel zouden ingezet kunnen worden voor het oogsten van hiervoor benodigde energie of het kweken van voedsel. Het railnet kan vervolgens worden gebruikt voor de uitruil van authentieke regionale producten.



Tot slot:

Circulaire stations in de praktijk

De huidige opgave voor circulaire stations bestaat vooral uit transformatie, verbouw, onderhoud en beheer van bestaande gebouwen. Voor de aanpak van verbouwing, uitbreiding of realisatie van een nieuw station wordt natuurlijk als eerste stap onderzocht wat behouden kan blijven. Voor circulaire stations is het logisch dat er ook in een vroeg stadium een inventarisatie wordt gemaakt van de beschikbare materiaalstromen. Dan gaat het om stromen uit het project zelf, maar ook uit de nabije omgeving. Hiervoor kunnen vanuit de opdrachtgever of de regio randvoorwaarden opgesteld worden. Te denken valt aan minimumcriteria met betrekking tot circulariteit. Vervolgens is het zaak om na te denken over de te realiseren ambities en de daarbij te hanteren strategie.

Ontwikkelen van circulaire varianten

In de loop van het ontwerp- en ontwikkelingsproces dienen concepten en deeloplossingen afgewogen te worden vanuit de optiek van circulariteit. Juist omdat er al een breed scala aan milieueffecten is rondom iedere bouwopgave, is het van belang een vinger aan de pols te houden. Ontwikkelt het plan zich in de juiste richting? Door de complexiteit van het circulariteitsbegrip kan het zijn dat een ontwerp op een bepaald punt heel goed scoort – zeg op het gebied van hergebruik van componenten – terwijl er op ander vlak veel kansen blijven liggen, bijvoorbeeld op het gebied van energieverbruik tijdens de gebruiksfase. Verschillende ontwerpvarianten kunnen met een impactanalyse vergeleken worden op positieve en negatieve effecten. Op basis van de uitkomsten kunnen ontwerpvarianten worden verworpen of aangepast en verbeterd.

Instrumenten om circulariteit te meten

Momenteel zijn verschillende instrumenten in ontwikkeling die met het oog op circulariteit hulp bieden tijdens het ontwerpproces. Zo hebben NS en ProRail de Stationsscan ontwikkeld. Daarnaast zijn er ook andere instrumenten voor handen. Zo gebruikt ProRail Duurzaam GWW, DuboCalc en Ambitiweb. Aanvullend kan gedacht worden aan de Nationale MilieuDatabase (NMD), de circulariteitsmodule voor BREEAM of de Material Circularity Indicators (MCI) welke mede-ontwikkeld werd door de Ellen MacArthur Foundation.

Bij veel van deze instrumenten moeten we niet uit het oog verliezen dat zij nog in de kinderschoenen staan. Zo is de MCI alleen nog uitgewerkt voor relatief simpele producten, gemaakt van technische materialen. Een complex project als een nieuw station – helemaal als voor biobased materialen wordt gekozen – zou een mooie pilot zijn ten behoeve van de verdere uitwerking van dit instrumentarium. Het is bovendien van belang om je bij de genoemde instrumenten te realiseren dat ze veelal ontwikkeld zijn 'met een bepaalde bril op'. Dat betekent dat bepaalde zaken volop aandacht krijgen, terwijl andere minder goed belicht worden of zelfs buiten beschouwing blijven. Het is dus van belang het juiste instrument te kiezen, afhankelijk van de feedback die wordt gezocht.

In dit licht beveelt de MCI aan om naast dit instrument ook andere indicatoren te gebruiken op het gebied van materiaalschaarste. Minimaliseer ik ook het gebruik van schaarse materialen? Hoe zit het met toxiciteit en wat is de milieu-impact van toeslagmaterialen in het product of de productie? Reduceren eventuele alternatieven deze impact? En hoe zit het met de monitoring van energie- en watergebruik? Ook kunnen met behulp van een levenscyclusanalyse de diverse fasen in de waardeketen voor verschillende producten worden geoptimaliseerd. Aan de hand van een dergelijke analyse kan tevens worden bekeken wat de potentie is van de mogelijke ingrepen voor de specifieke fasen. Zo kan worden bepaald welke ingrepen het meest lonen.

Informatie-uitwisseling ten bate van circulaire stations

Om afwegingen tijdens beheer, verbouw, hergebruik en demontage zo goed mogelijk te kunnen maken, is een materialenpaspoort een absolute pre. Een relatief bekende manier om tot een dergelijk paspoort te komen, is Madaster. Daarnaast zijn ook andere materiaalpaspoorten in ontwikkeling. ProRail zou ook zelf een materialenbank kunnen ontwikkelen, mogelijk met andere partijen zoals Rijkswaterstaat. Vooral voor de assetmanager is het handig om overzicht te hebben tijdens de beheer- en gebruiksfase van de gebruikte producten en materialen. Hierdoor kan bij verbouwingen bewuster omgegaan worden met materiaalstromen in en om stations. Zodra je gebouwen beschouwt als materialenbank, ga je met een andere bril kijken, ook al is het onzeker wat gebouwen en materialen waard zijn over dertig tot veertig jaar. Als je de informatie koppelt aan financiële data, krijg je bovendien direct een gevoel bij de restwaarde op materiaalgebied die het gebouw, en zijn onderdelen, vertegenwoordigen.

Innovatie en ontwikkeling zijn randvoorwaarden

De ambitie om bij standaard bouw- of transformatieopgaven voor stations circulariteit als doelstelling mee te geven zal grote gevolgen hebben. In het ontwerp, engineering, aanbestedings- en uitvoeringsproces zullen nieuwe benaderingen gehanteerd moeten worden. Zij zullen op allerlei zaken effect hebben. Een nieuw instrumentarium zal nodig zijn, evenals nieuw te ontwikkelen materialen, toeslagstoffen, bouwcomponenten en modules. Bovendien zullen er nieuwe businessmodellen ontstaan voor producten en gebouwen. Ook zal de noodzaak voor informatie-uitwisseling toenemen. De aandacht op prestaties op het moment van oplevering zal niet minder worden. Wel zal er daarnaast meer focus komen te liggen op de gebruiks- en de beheerfase.

Deze verandering zal, zoals gebruikelijk bij veranderingsprocessen, veel inspanning kosten en daarmee tijd en energie. De bouw- en renovatiewereld heeft behoefte aan opdrachtgevers als ProRail en NS die duidelijke circulaire ambities formuleren en daarmee richting

geven aan de noodzakelijke innovatie en ontwikkeling. Deze zullen vooral liggen op het vlak van het laten afnemen van het overall materiaalgebruik tijdens de levensduur van een station of een stuk infrastructuur.

De eerste vraag zal moeten zijn of het wel nodig is om een nieuw gebouw of uitbreiding te realiseren. Ook het herontwerpen van de bestaande lineaire ontwerp- en realisatieaanpak naar een circulaire ontwerp- en productieaanpak biedt ruimte voor innovatie. Omdat je wil weten wat de totale hoeveelheid herbruikbare materialen en de totale hoeveelheid hergebruikte materialen in stations is, zullen we na moeten denken over de manier waarop we dit meetbaar maken. Is dat in massa? Daarmee bevoordelen we het hergebruik van relatief zware onderdelen, iets wat in het kader van dematerialisatie en transport liever niet zouden willen. Kunnen we een betere manier bedenken?

Op termijn willen we een eenvoudige afweging kunnen maken tussen alternatieve product- en productieontwerpen. We willen in kaart hebben wat alternatieve oplossingen zijn. Wat zijn de positieve en negatieve milieueffecten van circulaire producten en productie-methoden? Hoe kunnen we dat beter ten opzichte van elkaar afwegen? Daarnaast is er nog veel te ontdekken op het vlak van upcyclen. Hoe vergroten en verbeteren we de waarde van materialen en componenten? En op welke manieren kunnen we waarde toevoegen aan circulaire stations voor opdrachtgevers, gebruikers en het gebied? Dit is nog niet systematisch in kaart gebracht. Is er een soort standaardcombinatie denkbaar, waarin we energieproductie, schoon water, lokale biodiversiteit, voedselproductie en wellicht nog andere doelen integreren in stations? Of zijn er andere mogelijkheden te bedenken? Tot slot kan ook de manier waarop informatie gedeeld wordt over de verschillende deelprocessen en tijdsperiodes heen worden verbeterd. Wie komt hier met het ei van Columbus?

Bij maatschappelijk verantwoord ondernemen, zoals NS en ProRail voorstaan, hoort dat je naast het belang van je eigen bedrijf en je klanten ook het maatschappelijk belang dient. Deze ambitie laat zich prima vertalen in de bouw, verbouw en transformatie van stations als circulaire opgave. De crux is om niet alleen te kijken naar grondstoffen, het circulair maken van ontwerp- en maakprocessen en het beperken of zelfs het geheel voorkomen van milieuschade. Juist het toevoegen van waarde kan zorgen voor een extra betekenis van het station voor de omgeving.

Voorbeeldprojecten



Meccanodoos

Station Barneveld Noord
The Green House
Tijdelijke Rechtbank Amsterdam



Back to basic

HyFi Organic Mushroom Tower
CIRCL



Use to the max

Europese Raad Brussel
BlueCity



Bricolage

Vechtclub XL



The Value Engine

QO hotel
Stadskantoor Venlo
StationGreen Horrem



Station Barneveld Noord

Ontwerpstrategie
Meccanodoos

Circulaire principes



Recyclen



Upcyclen



Demontabel ontwerpen



Standaard componenten

Architect
NL Architects

Jaar
2013

Weliswaar werden nieuwe containers gebruikt: maar de intentie is om ze na hun gebruik hier als container te hergebruiken voor tijdelijke oplossingen bij andere stations.

De opgave was om vooral op en bij de perrons het wachten te veraangename. Al tijdens de eerste fase van het project bleken overheden en vervoersbedrijven omvangrijke en langere termijnplannen voor deze locatie te ontwikkelen. Wat begon als een opgave voor een beschutting met enige voorzieningen (een toilet), resulteerde in een klein stationsgebouw. Hoewel de constructie een tijdelijk karakter heeft, functioneert het gebouw onmiskenbaar als een station. Bij nieuwe ontwikkelingen in de omgeving kan het snel verplaatst worden en hergebruikt op een andere plek.

De vorm van het station wordt bepaald door een schakeling van containers, waarbij één container verticaal is gezet. Dat hoogte-accent geeft het gebouw meer allure, meer aanwezigheid. Bovendien bleek het oppervlak binnen die verticale container precies groot genoeg voor het toilet.

Als je een gebouw op zo'n plek neerzet, is het prettig dat iemand zorgdraagt voor het beheer: een soort stationswachter. RuitersWerkt, een organisatie die werkervaringsprojecten initieert en uitvoert, wilde graag een ruimte voor fietsreparatie of horeca. Door beide bij elkaar te brengen werden twee vliegen in een klap geslagen.









The Green House Utrecht

Ontwerpstrategie
Meccanodoos

Circulaire principes



Demontabel ontwerpen



Product hergebruiken



Standaard componenten



Modulair ontwerpen



Verbeteren productie



Stapelen functies



Voedsel



Community bouwen

Architect
cepezed

Jaar
2018

The Green House wil een bron van inspiratie zijn voor duurzame innovaties. Dat doen ze met en vanuit hun demontabele restaurant, gelegen in de nabijheid van station Utrecht Centraal. De kern van de strategie Meccanodoos is het gedachtegoed van Industrieel Flexibel & Demontabel (IFD). De komende vijftien jaar exploiteert cateraar Albron hier een duurzaam restaurant-met-kas. Daarnaast worden vergaderruimtes verhuurd. Bezoekers worden betrokken bij het nadenken over de nieuwe, circulaire economie. Natuurlijk kan je ook gewoon koffie komen drinken of lunchen. Door workshops en lezingen te organiseren en actief een community op te bouwen – waarvoor ook werkruimtes te huur zijn – willen de initiatiefnemers meehelpen aan de verspreiding van duurzame initiatieven.

Het gedachtegoed van Industrieel Flexibel & Demontabel (IFD) komt tot uitdrukking in de bouw van een tijdelijk paviljoen. Het is in zijn geheel demontabel, inclusief fundering en het dak met zonnepanelen. Het gebouw kan over vijftien jaar in zijn geheel op een andere locatie weer worden opgebouwd. Het bouwsysteem bestaat uit stalen kolommen en liggers, waarmee eventueel ook andere configuraties gemaakt kunnen worden. De maatvoering is gebaseerd op de glazen gevelplaten, afkomstig van het duurzaam gerenoveerde rijkskantoor De Knoop in Utrecht.





Tijdelijke Rechtbank Amsterdam

Ontwerpstrategie
Meccanodoos

Circulaire principes



Demontabel ontwerpen



Product hergebruiken



Reduceren



Verbeteren productie



Standaard componenten



Modulair ontwerpen



Met overmaat ontwerpen



Scheiden drager en inbouw

Architect
cepezed

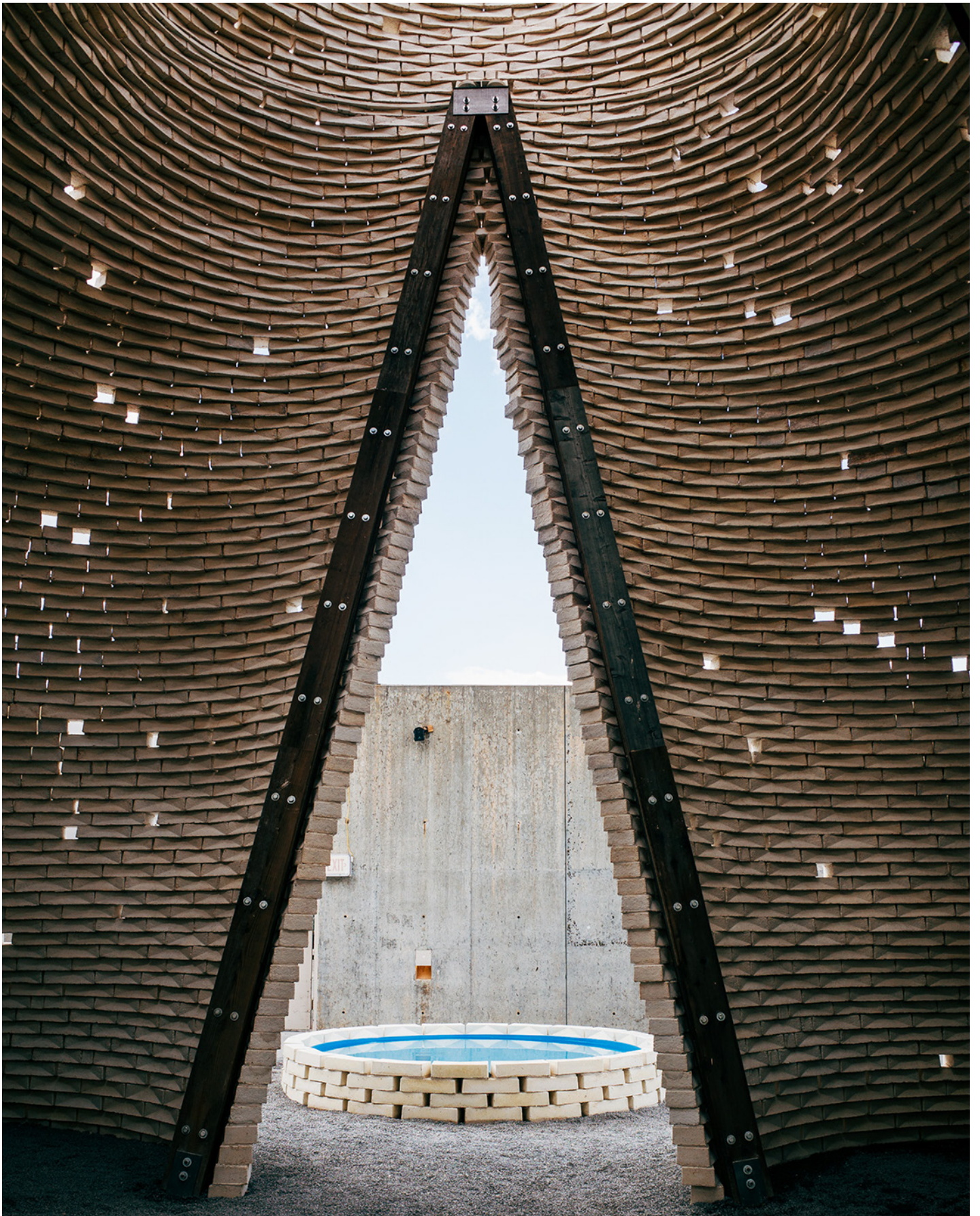
Jaar
2016

De tijdelijke rechtbank in Amsterdam Zuid is zo gemaakt dat hij over vijf jaar geheel te demonteren is. Het project is een voorbeeld van de Meccanodoos-strategie. Demontabel en flexibel bouwen is het startpunt van alle ontwerpbeslissingen. De opgave was niet eenvoudig gezien de specifieke eisen voor een rechtbank op het vlak van beveiliging, bewaring en routing van personen. Om het gebouw goed demontabel te krijgen, ontwikkelde Cepezed o.a. samen met ingenieursbureau Imd een speciaal bevestigings-systeem voor de kanaalplaatvloeren. Dit maakt ontkoppeling en hergebruik van de vloerdelen makkelijker. Wanneer de vloeren in beton gegoten worden zijn de kosten lager, maar wordt hergebruik erg lastig. Daarom zijn in het gebouw zoveel mogelijk droge verbindingen gebruikt.

Op ieder schaalniveau van het gebouw zijn oplossingen voor reductie, hergebruik en recycling van materialen zijn ingezet. Bovendien wordt gebruik gemaakt van 'donormaterialen' van andere gebouwen. Het consortium won de opdracht dankzij een hoge score op de selectiecriteria het voorkomen van afval en maximaliseren van de restwaarde van het gebouw. Door de overmaat in de verdiepingshoogte en de grote overspanningen kan het gebouw in een volgende fase makkelijk voor een andere functie worden ingezet.









HyFi Organic Mushroom Tower New York

Ontwerpstrategie
Back to basic

Circulaire principes



Biobased materialen



Elimineren



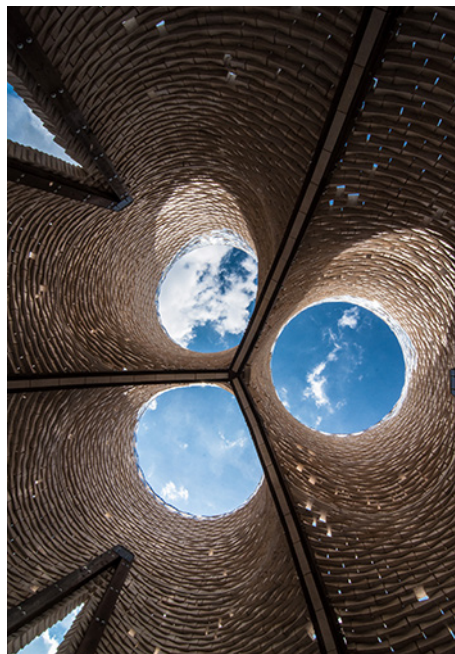
Reduceren

Architect
The Living

Jaar
2014

Als uitkomst van het Young Architects Program van het MOMA in New York verscheen in de binnentuin van het museum een toren van schimmelblokken. De organische bioblokken zijn ontstaan door een funguscultuur op landbouwafval te laten groeien in een baksteenmal. In de zomer van 2014 werd het gebouw gebruikt voor het Warm Up Music Festival. De HyFi Organic Mushroom Tower is typerend voor de strategie Back to Basic. Er is gekozen voor eenvoud en voor producten en materialen met een lage footprint, in dit geval biobased materialen.

HyFi is het eerste gebouw dat gerealiseerd is met deze schimmelblokken. De techniek voor het maken van de blokken is ontwikkeld door Ecovative in 2007. Het werd op kleine schaal gebruikt om verpakkingen van te maken, als vervanging van polystyreen. De blokken groeien in een tijdsbestek van vijf dagen, dan wordt de schimmelcultuur met hitte gedood om deze te stabiliseren. Vervolgens zijn met de blokken drie samenvloeiende cilinders gebouwd. Door de schoorsteenwerking ontstaat zo een relatief koele schaduwrijke binnenruimte. De bovenrand van de cilinders wordt gevormd door stalen vormen waarin de schimmelcultuur gegroeid is. Deze mallen zijn hiertoe afgewerkt met een speciale lichtbrekende folie, bedacht door producent 3M. De folie is gedeeltelijk ook functioneel. Het reflecteert licht in het interieur en is een verwijzing naar de bestaande glanzende wolkenkrabbers in New York. In de herfst van 2014 werd het gebouw afgebroken en verwijderd. De bakstenen van paddestoelen werden gecomposteerd en teruggegeven aan de koolstofcyclus. De mallen werden teruggestuurd naar 3M voor verder onderzoek.





ABN AMRO-paviljoen CIRCL Amsterdam

Ontwerpstrategie
Back to basic

Circulaire principes



Elimineren



Reduceren



Recyclen



Product hergebruiken



Biobased materialen



Lokale materialen



Standaard componenten



Demontabel ontwerpen



Materiaalpaspoort

Architect
Architecten Cie

Jaar
2017

In de strategie Back to Basic staat eenvoud voorop. Er wordt uitgegaan van producten en materialen met een lage footprint. Dan gaat het bijvoorbeeld om biobased materialen die zoveel mogelijk onbehandeld en in het zicht worden gelaten. Tijdens het ontwerpproces van CIRCL is ernaar gestreefd om alle onnodige producten te elimineren. Zo is alle vloerbescherming weggelaten. De betonnen kelder die al in aanbouw was voordat de Back to Basic strategie werd geadopteerd, werd gepolijst zodat deze zonder verdere afwerking zichtbaar kon blijven. De wielen van de lopers van hoogwerkers werden tijdens de bouw beschermd zodat ze de houten begane grond vloer niet zouden beschadigen. Kolommen kregen extra aandacht dankzij de notie dat het allemaal zichtwerk zou zijn (en worden). Ook werd in plaats van 220V aansluitingen gekozen voor een DC-systeem ofwel gelijkspanning. Hierdoor konden alle omvormers geëlimineerd worden. Dit heeft een lager energieverbruik tot gevolg.

Met het oog op hergebruik van componenten waren de leveranciers vanaf het begin betrokken bij het project. Ze kregen de vraag hun visie op circulariteit te presenteren. Vervolgens werden geschikte producten uit de portfolio's

geselecteerd. Leveranciers werkten zelf de details uit wat betreft het circulair (her)gebruik van verschillende componenten. In een materiaalpaspoort werd zo veel mogelijk informatie vervat over elementen, componenten en materialen in het gebouw. Hier werd nadrukkelijk ook ingegaan op prestaties van componenten, garanties en manier van monteren. Om hergebruik te bevorderen werd zoveel mogelijk gekozen voor standaardproducten, bij voorkeur zonder gebruik van hulpstoffen. Om de herbruikbaarheid van bouwmaterialen verder te vergroten, werden afwerkingen geëlimineerd en demontabele verbindingen zonder kit en pur ontwikkeld.

Het *urban mining*-principe resulteerde in het hergebruik van producten zoals trapbalustrades, brandslangen, parket en kabelgoten. Jeans gedragen door bankmedewerkers werden verwerkt tot isolatiemateriaal. Meer dan 16.000 oude spijkerbroeken werden gerecycled tot plafondpanelen bij de sociale onderneming Le Relais de Métisse in Billy Berclau (Lille, Frankrijk). De spijkerbroeken bieden zowel thermische als akoestische isolatie. Bovendien werden oude tegels als extra massa in het vloerpakket gebruikt om de kans op contactgeluid te verminderen.









Europese Raad Brussel

Ontwerpstrategie
Use to the max

Circulaire principes



Reduceren



Elimineren



Product hergebruiken



Transformeren



Verbeteren productie



Repareren en opknappen

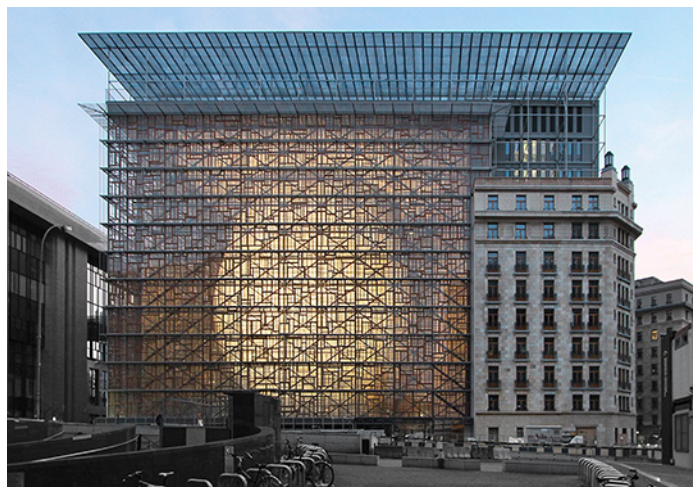
Architect
Philippe Samyn en partners

Jaar
2017

Voor deze transformatie is zoveel mogelijk van het oude gebouw hergebruikt. Dit is het uitgangspunt in de strategie Use to the Max. De toegevoegde bouwdelen zijn grotendeels gebaseerd op hergebruikte materialen. Ook het Art deco gebouw van de voormalige Résidence Palace werd onderdeel van de nieuwbouw voor de Europese Raad en de Raad van de Europese Unie.

Voor het project ontwierp architect Philippe Samyn twee semitransparante buitengevels die samengesteld zijn uit 3.750 gerecyclede houten kozijnen afkomstig uit heel Europa. De kozijnen zijn gemonteerd in een metalen frame waaraan gehard glas is toegevoegd. Samyn heeft dit zo slim ge-engineerd dat de constructie van het frame 30% lichter kon worden. Door middel van een robotgestuurde productietechnologie konden de doorsneden van de profielen variëren al naar gelang de plaatselijke krachten en de complexe knooppunten.

In het kader van de zoektocht naar betere en goedkopere oplossingen is ervoor gekozen de 10 centimeter dikke dekvloer weg te laten. Dit zorgde ervoor dat alle kamers aan de buitengevel en de gangen van het voormalige Résidence Palace bewaard konden blijven. Aan de zijkanten van de ramen werden in het interieur spiegels geplaatst. Dit resulteerde in een verhoging van de lichtintensiteit.





BlueCity Rotterdam

Ontwerpstrategie
Use to the max

Circulaire principes



Transformeren



Product hergebruiken



Verbeteren productie



Recyclen



Stapelen van functies



Lokale materialen/arbeid



Repareren en opknappen



Lange levensduur



Materiaalpaspoort

Architect
Superuse

Jaar
2017

BlueCity transformeerde een deel van de voormalig discotheek Tropicana naar honderd circulaire werkplekken. De ambitie was de toepassing van 90% hergebruikte materialen uit lokale 'oogst': uit het gebouw zelf of uit (de directe omgeving van) Rotterdam. Voorwaarde voor de overige 10% materialen was dat deze makkelijk opnieuw te gebruiken dienden te zijn. Het toevoegen van installaties is tot een minimum beperkt door gebruik te maken van passieve principes. Een steeds terugkerend dilemma: bijna afgedankte installaties reviseren of toch demonteren en vervangen door nieuwe apparatuur. BlueCity is een voorbeeld van de strategie Use to the Max waarmee geprobeerd wordt de levensduur van gebouw en producten te verlengen.

Het bouwproces bij BlueCity was totaal anders dan bij een normaal bouwproces. Voor een belangrijk deel werd het bepaald door materiaal dat voorhanden was. Het liet zich daarom moeilijk voorspellen. Bewust is ervoor gekozen vooraf geen heel gedetailleerde tekeningen te maken. Het gevonden materiaal dicteerde de ontwerp- en bouwkundige oplossingen. Deze bouwmethode vroeg van opdrachtgever, projectleiding en het hele bouwteam voortdurend(e) flexibiliteit, creativiteit, vakmanschap en vertrouwen in elkaar. Het hele team was verantwoordelijk om de plannen binnen budget, op tijd, en conform de gestelde kwaliteits- en duurzaamheidseisen te realiseren. Bij deze manier van werken zijn de inkoopkosten van materiaal substantieel lager en de kosten voor arbeid en project- en procesmanagement juist veel hoger. Dat valt per saldo tegen elkaar weg, maar heeft als voordeel dat er veel minder nieuwe grondstoffen hoeven worden ingezet en dat er geïnvesteerd wordt in de opleiding en ontwikkeling van lokale vakmensen.









Vechtclub XL Utrecht

Ontwerpstrategie
Bricolage

Circulaire principes



Transformeren



Product hergebruiken



Stapelen van functies



Lokale materialen

Architect
Rikkert Paauw &
Stortplaats van Dromen

Jaar
2012

Vechtclub XL is een voorbeeld van Bricolage: de toepassing van zoveel mogelijk hergebruikte materialen. Voor Vechtclub XL, een initiatief van creatieve bedrijven, werd een nieuwe locatie gezocht. Deze werd gevonden in het voormalig magazijn van een farmaceutische groothandel langs het Merwedekanaal.

Om op een hoogwaardige wijze afgedankte producten te kunnen toepassen werd een proces toegevoegd aan het ontwerp. In de regio werd gezocht naar mogelijk geschikte bestaande producten. Naast de producten en materialen zelf werden ook eigenschappen in kaart gebracht. Dit vergemakkelijkte de keus voor onderdelen die met hun eigenschappen toegevoegde waarde zouden hebben voor het te ontwerpen gebouw.

Om het project ook een betekenis te geven voor de buurt, is er een eetgelegenheden toegevoegd, flexwerkplekken en vergaderruimte. De eetgelegenheden fungeert in eerste instantie als kantine, maar wordt in een later stadium een volwaardig restaurant. In de toekomst zullen de brede gangen dienst gaan doen als winkel- en expositieruimte.





QO hotel Amsterdam

Ontwerpstrategie
The Value Engine

Circulaire principes



Reduceren



Elimineren



Recyclen



Biobased materialen



Lokale materialen



Stapelen van functies



Gebouw als materialenbank



Voedsel produceren

Architect
Paul de Ruiter Architects &
Mulderblauw architecten

Jaar
2018

Het QO hotel in Amsterdam is een voorbeeld van integraal circulair denken en het creëren van meerwaarde. De opdrachtgevers, drie bevoegen Nederlandse ondernemers, hadden de ambitie om het duurzaamste hotel van Europa neer te zetten (LEED Platinum gecertificeerd) en zoveel mogelijk kringlopen (energie, afval en water) te sluiten. Naast een hotelfuncties herbergt het hotel ook een restaurant en een buurtcafé op de begane grond.

Om het materiaalgebruik te reduceren is op verschillende plekken de betonnen constructie onbekleed gebleven. Meer dan twintig procent van de gebruikte bouwmaterialen is hergebruikt. Zo is beton uit de gevel van de oude Shell-toren op Overhoeks hergebruikt in de draagconstructie van het hotel. De helft van het gebruikte bouw materiaal is lokaal: afkomstig uit de regio en verwerkt binnen een straal van 80 kilometer.

Als gasten hun kamer verlaten, worden de installaties in de kamer uitgeschakeld en de geveluiken gesloten. Op die manier wordt warmte buiten gehouden

(zomer) of warmte vastgehouden (winter). De verwachte energiebesparing: tot 65% op het gebied van verwarmen en tot wel 90% voor koeling. De warmte die verder nog nodig is (o.a. voor warm tapwater) komt van een warmtekrachtkoppeling (WKK) die draait op reststromen bio-olie, zoals gebruikt frituurvet. Deze WKK wekt ook elektriciteit op. Het gebruik van schoon drinkwater wordt vermindert door het bij wastafels en douches gebruikte water centraal te verzamelen en te filteren. Dit 'grijze water' wordt gebruikt voor het spoelen van de toiletten. In de schoonmaak van het hotel wordt gestabiliseerd ozonwater gebruikt, waardoor minder chemische reinigingsmiddelen nodig zijn.

Om in ieder geval in een deel van de eigen voedselvoorziening te kunnen voorzien is bovenin de toren een kas ingericht waarin voedsel verbouwd wordt. Met behulp van kunstlicht worden groenten, fruit, kruiden en eetbare bloemen gekweekt. Centraal staan enkele grote tanks voor aquaponics: het in dezelfde omgeving kweken van planten en omega-baarse.









Stadhuis Venlo

Ontwerpstrategie
The Value Engine

Circulaire principes



Stapelen van functies



Biobased materialen



Gezonde materialen



Materiaalpaspoort



Gebouw als materialenbank



Lokale materialen



Schone lucht



Schoon water



Voedsel produceren

Architect
Kraaijvanger

Jaar
2016

Centraal in de The Value Engine-strategie staat het toevoegen van waarden. Een manier om het materiaalgebruik te reduceren is het stapelen van functies op verschillende schaalniveaus. Het stadhuis van Venlo is een mooi voorbeeld. Het biedt onderdak aan verschillende functies, waaronder een politiek café, een publiekshal met expositieruimten, een trouwzaal, vergader- en overleg-ruimten, een koffiebar, een theaterfunctie met tribune, een stadswinkel en dienstverlenende functies. Het gebouw heeft op de bovenste etage een groene kas met seizoensgebonden werkplekken waar regionale producten worden geteeld. Ook verwarmt en bevochtigt de kas de lucht die het gebouw ingaat.

Gezondheid was het uitgangspunt bij het ontwerp van dit stadskantoor. Dit komt ook ten goede aan de productiviteit. Daarvoor is zoveel mogelijk daglicht en groen naar binnen gehaald. Hierdoor ontstaat een gezonde werkomgeving. Ook zijn zoveel mogelijk gezonde en biobased materialen toegepast en is er een biologische keuken met restaurant. Er zijn routes door het gebouw gemaakt waardoor mensen worden uitgenodigd om te bewegen. De groene gevel zuivert fijnstof uit de lucht en vormt een beschermende schil tegen geluidsoverlast van verkeer en de spoorlijn.

Vanuit de C2C-ambitie en de doelstelling het gebouw circulair te maken zijn de volgende maatregelen toegepast:

- Helofytenfilter voor waterzuivering in een patio waar mensen tevens kunnen genieten van groen, water en uitzicht.

- Het gebouw is in feite een tijdelijke grondstoffenbank met gegarandeerde restwaarden voor een aantal producten. Hiervoor zijn materiaalpaspoorten geïntroduceerd. De aannemer en de producenten zijn uitgedaagd om met innovatieve nieuwe producten te komen die beter zijn dan wat in het bestek was omschreven.

- Grondstoffen voor het stadskantoor zijn zo veel mogelijk uit directe omgeving gehaald. Binnen de regio werden zo veel mogelijk kringlopen gesloten.

- Hergebruik regenwater en afvalwater.

Het gebouw is energieneutraal en draagt bij aan biodiversiteit door de groene gevel die als een verticaal stadspark een natuurlijk biotoop is voor meer dan honderd planten, dieren en insectensoorten. Dit is een voorbeeld van waardecreatie.





Energie neutraal StationGreen Horrem, Duitsland

Ontwerpstrategie
The Value Engine

Circulaire principes



Reduceren



Biobased materialen



Lokale materialen



Duurzame energie

Architect
Marc Ulrich, Deutsche Bahn

Jaar
2015

StationGreen in Kerpen-Horrem bij Keulen laat zien dat treinstations ook CO₂-vrij kunnen worden ontworpen en gebruikt. In het project is aandacht voor circulaire waarden. Het pilotproject in het Rijnland maakt het dagelijkse woon-werkverkeer voor reizigers milieuvriendelijker en klantvriendelijker en biedt waardevolle lessen voor nieuw te bouwen stations.

Deutsche Bahn AG exploiteert ongeveer 5400 spoorwegstations in Duitsland. Vijf miljoen passagiers passeren deze stations elke dag. Deze operatie verbruikt een grote hoeveelheid elektriciteit, water en warmte. Maar waar sprake is van consumptie, is potentieel voor besparingen op het gebruik van hulpbronnen, CO₂-uitstoot en niet te vergeten kosten. Dit groene station laat zien hoe het kan. Daarbij test DB Station & Service AG in Kerpen-Horrem de mate waarin de exploitatie van een treinstation zelfvoorzienend kan zijn, onder andere binnen de context van het Europawijde SusStation-project.

Het gebouw produceert energie met behulp van fotovoltaïsche cellen, zonne-energie dus, in combinatie met geothermie en warmteterugwinning. Bezoekers kunnen het evenwicht van de energiestroom volgen via een 'live' energieklok. Daglicht wordt optimaal benut om het gebouw te verlichten. Ook worden energiebesparende LED-lampen gebruikt. Daarnaast gebruikt een nieuw reizigerstoilet opgevangen regenwater voor het spoelen.

Regionaal materiaalgebruik speelde een grote rol bij de uitvoering van het project. Tijdens de bouw richtte de architect zich op lokale, hernieuwbare en recyclebare bouwmaterialen. Deutsche Bahn gaf veel van de contracten voor de bouw aan lokale ambachtslieden om zo de netto toegevoegde waarde voor de regio te behouden. Daarnaast heeft Deutsche Bahn de reconstructie gebruikt om het station klantvriendelijker te maken. Zo is er een centrale en open wachtruimte gecreëerd waar bezoekers ook toegang hebben tot internet. Groene daken en open gebieden voorkomen warmte-eilanden in de zomer en verlagen de energiekosten.





Bronnen

1

Circulair denken en doen

- CE Delft (2015) *Meten is weten in de Nederlandse bouw*, rapport voor Bouwend Nederland
- Cramer, Jacqueline, (2015). Niveau's van circulariteit (10R's), in de presentatie: Circular design: Basis voor een circulaire grondstoffen Hub, voor de Amsterdam Economic Board, 10 september 2015
- EC (European Commission) (2017) *Turning recycled raw materials into business opportunities*. Published Januari 18, 2017, http://ec.europa.eu/growth/content/turning-recycled-raw-materials-business-opportunities-0_en
- EC (European Commission) (2011) Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, *A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*
- Ellen MacArthur Foundation, (2017) *Circular business models for the built environment*, authors G. Carra & N. Magdani, accessed September 17, 2017 at https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/CE100-CoPro-BE_Business-Models-Interactive.pdf
- Ellen MacArthur Foundation, (2013) *Towards the circular economy; Opportunities for the consumer goods sector*
- Europees Parlement (2015) *Circulaire economie: duurzaamheid, herstel, hergebruik, leasing en delen*, <http://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/economy/20150701STO72956/circulaire-economie-duurzaamheid-herstel-hergebruik-leasing-en-delen>
- Günther, J., H. Lehmann, U. Lorenz, K. Purr (2019), *A resource efficient pathway towards a greenhouse gas neutral Germany*, 2e editie, Umweltbundesamt.
- Lintsen, Harry, Frank Vervaart, Jan Pieter Smits en John Grin (2018) *De kwetsbare welvaart van Nederland 1850-2050, Naar een circulaire economie*, Prometheus
- McDonough, William (1995) *The ecology of place; Planning for Environment, Ecology and Community*, Hoofdstuk 4, pagina 87
- OECD (2013), *Material Resources, Productivity and the Environment; keyfindings*, retrieved on September 20th, 2016 from <http://www.oecd.org/>
- Rau, T. & S. Oberhuber (2017) *Material Matters; Het alternatief voor onze rooibouwmaatschappij*, Bertram + de Leeuw Uitgevers
- Rijksoverheid (2016) *Nederland Circulair 2050*, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>
- Rovers, Ronald (2018) *Gebroken Kringlopen; Naar een volhoudbaar gebruik van bronnen*, Eburon.
- SERI (2009), *Overconsumption? Our use of the world's natural resources*. SERI, GLOBAL 2000, Friends of the Earth Europe, September 2009, 36 pp.
- TNO (2013) *Kansen voor de circulaire economie in Nederland*, Ton Bastein Elsbeth Roelofs Elmer Rietveld Alwin Hoogendoorn, TNO-rapport TNO 2013 R10864
- TNO (2013) *Achtergronddocument Kansen voor de circulaire economie in Nederland*, auteurs: Alwin Hoogendoorn, Elmer Rietveld, Elsbeth Roelofs, Ton Bastein TNO rapport 054.03093 | 1
- TNO (2010) *Op weg naar Duurzame Materiaalketens*, auteurs: E.M.G. Roelofs & M. Willems, TNO rapport TNO-034-DTM-2010-01031
- Tukker et al., EXIOPOL – Development and illustrative analyses of a detailed global MR EE SUT/IOT (2013) *Economic Systems Research*, 25 (1), pp. 50-70.;

- WBCSD (2005), *Pathways to 2050 – Energy and climate change*, World business counsel for sustainable development.
- WBCSD (2004), *Facts and trends to 2050 – Energy and climate change*, World business counsel for sustainable development.
- Wood et al., *Global sustainability accounting-developing EXIOBASE for multi-regional footprint analysis* (2015) *Sustainability* (Switzerland), 7 (1), pp. 138-163

2

De circulaire opgave

- Brand, Stewart (1994) *How buildings learn; What happens after they're built*, Penguin Books.
- CE Delft (2018) *Roadmap duurzaam OV en spoor; Advies aan het PDOVS over CO₂-emissiereductie, energie-efficiencyverbetering en modal shift*, Publicatienummer: 18.4M99.012
- NS (2018) *Vervoersplan 2019*, documentnummer IENW/BSK-2018/56923
- NS (2017) 'Beschrijving scope en berekeningswijze NS energieverbruik, CO₂ uitstoot en afval', Jaarverslag 2017
- NS (2016) *Spoorslugs beter: De reiziger op 1, 2 en 3*, strategiedocument NS 2016-2019
- ProRail (2018) *CO₂-Besparingsplan 2018-2020*, met doorkijk naar 2030, document P20160002-566148323-108
- ProRail (2018) 'Top 20 bronnen CO₂ emissie ProRail' in het Excel document 'Export Stationsscan volledig 20180122 materialen'
- ProRail (2016) *Duurzaam Spoor, Meerjarenplan duurzaamheid 2016-2030*
- Duurzaam GWW (2017) 'C-209, Green Deal Duurzaam GWW 2.0'
- ProRail, NS & Spoorbouwmeester (2019) 'Aandachtspuntenlijst duurzame stations voor het ontwerpen van gezonde, circulaire en energieneutrale stations'
- Spoorbeeld (2017) 'De Stationsscan: monitor van verbetering', Auteur: Caroline Kruit, <https://www.spoorbeeld.nl/inspiratie/de-stationsscan-monitor-van-verbetering>

3

Naar een circulair station: vier invalshoeken

- Brett, P. (2007) *Construction Consolidation Centres; An Assessment of the Potential for London wide use*. Project Ref: 17321/004, May, 2007
- Cramer, Jacqueline, (2013) *Van Cirkelstad naar Cirkelland, Hergebruik van Bouw- en Slooafval loont! Handreiking voor woningcorporaties*, publication Cirkelstad
- Ellen MacArthur Foundation, Granta Design & Life (2015) *Circularity Indicators; An approach to Measuring Circularity, Methodology*
- GCP (Global Construction Perspectives), Oxford Economics, Engineering News-Record and PWC (2015) *Global Construction 2030; A global forecast for the construction industry to 2030*, report, accessed at September 20, 2017, www.globalconstruction2030.com
- Tot slot**
Circulaire stations in de praktijk
- Oostra, M. (2018). *Thypa: feasibility study*. Rapport InterReg project Bio Economie
- Grow2Build (2017) *Building with Hennis and Flax*, report InterReg project Grow2Build

Voorbeeldprojecten

Station Barneveld Noord

ArchDaily (2013) 'Barneveld Noord / NL Architects', <https://www.archdaily.com/442757/barneveld-noord-nl-architects>, 30 oktober 2013

Architectenweb (2013) 'Station van zeecontainers Barneveld Noord klaar' <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=32445>, 24 oktober 2013

The Green House

Cepezed (2018) 'the green house', projectwebsite <https://www.cepezed.nl/projects/226-the-green-house>

De Architect (2018) 'ARC18: The Green House – cepezed', <https://www.dearchitect.nl/projecten/arc18-the-green-house-cepezed>, 29 augustus 2018

Tijdelijke Rechtbank Amsterdam

De Architect (2016) 'Tijdelijke rechtbank Amsterdam – cepezed', <https://www.dearchitect.nl/projecten/tijdelijke-rechtbank-amsterdam-cepezed>, 7 jun 2017

Cepezed (2017) 'tijdelijke rechtbank amsterdam', projectwebsite <https://www.cepezed.nl/projects/170-tijdelijke-rechtbank-amsterdam>

HyFi Organic Mushroom Tower

ArchDaily (2014) 'Hy-Fi, The Organic Mushroom-Brick Tower Opens At MoMA's PS1 Courtyard', <https://www.archdaily.com/521266/hy-fi-the-organic-mushroom-brick-tower-opens-at-moma-s-ps1-courtyard>, 17 juni 2014

CIRCL

Architekten Cie. (2017) 'Circl – ABN AMRO paviljoen', <http://en.cie.nl/projects/174#>

Boosting (2017) Boosting projectbezoek paviljoen ABN AMRO, www.boosting.nl 20 januari 2017

Boosting (2017) 3D gebouwspaspoort van ABN AMRO paviljoen CIRCL, web article, accessed at September 17, 2017 via: <https://boosting.nl/news/show/id/955>

Hamink, H (2017) 'Circulair ontwerpen', presentatie Architecten Cie. tijdens projectbezoek van paviljoen ABN AMRO tijdens Boosting bijeenkomst op 20 Januari 2017

Europese Raad Brussel

De Architect (2017) 'Politieke en culturele ruimte van Europa door Philippe Samyn and partners', <https://www.dearchitect.nl/architectuur/artikel/2017/09/politieke-en-culturele-ruimte-van-europa-door-philippe-samyn-partners-101182605>, 13 september 2017

BlueCity

Blue City (2018) 'Circulaire bouw in BlueCity: van zwembad naar voorbeeldstad', <https://www.bluecity.nl/circulaire-bouw/>

Vechtclub XL

De Architect (2011) 'Ontwerpers realiseren broedplaats met crowdfunding', <https://www.dearchitect.nl/geen-categorie/nieuws/2011/08/ontwerpers-realiseren-broedplaats-met-crowdfunding-101132614>, 26 augustus 2011

De Architect (2013) 'Vechtclub XL in Utrecht', <https://www.dearchitect.nl/projecten/vechtclub-xl-in-utrecht>, 12 november 2013

QO hotel

Architectenweb (2018) 'Duurzame hotel QO in Amstelkwartier bijna af', auteur: Michiel van Raaij, <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=42140>, 16 maart 2018

Paul de Ruiter (2018) 'QO Amsterdam; Meaningful and sustainable' <https://paulderuiter.nl/en/projects/qo-amsterdam/>

ProRail (2018) 'Top 20 bronnen CO₂ emissie ProRail' in het Excel document 'Export Stationsscan volledig 20180122 materialen'

Stadskantoor Venlo

C2C Venlo (2018) 'Stadskantoor Venlo', <https://c2cvenlo.nl/stadskantoor-venlo/>

Kaaijvanger (2018) 'Stadskantoor Venlo; De duurzaamheid voorbij', <https://www.kaaijvanger.nl/nl/projecten/stadskantoor-venlo/>

StationGreen Horrem

Deutsches Architektenblatt (2013) 'Die verstehen nun Bahnhof', <https://www.dabonline.de/2013/07/01/die-verstehen-nun-bahnhof-verkehrsbauten-deutsche-bahn/>, 1 juli 2013

EC (2013) 'Germany opens first carbon neutral Station', <https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/carbon-neutral-station/>

NRW (2013) 'Green railway station in Horrem: The first-ever energy self-sufficient railway station built in Kerpen-Horrem', <http://exhibition.klimaexpo.nrw/projects-pioneers/Horrem.html>

TRIMIS (2013) 'SusStation; Supporting Sustainable Stations', <https://trimis.ec.europa.eu/project/supporting-sustainable-stations>

Illustratieverantwoording

- Omslag
Station Barneveld Noord, NL-Architects, fotograaf Jannes Linders
- 6-7
Rotterdam Centraal, Benthem Crouwel Architects & Team V, fotograaf Jannes Linders
- 8
Infographic Circulaire kringlopen, bewerking Civic Architects/Reynoud Homan, bron: Ellen McArthur Foundation
- 10
Infographic De 10 R's, bewerking Reynoud Homan, bron: Jacqueline Cramer
- 12
Infographic Circulaire economie, beeld Reynoud Homan
- 14
Infographic Stationstypen, beeld Reynoud Homan, bron: Visie op stationsoutillage
Infographic Lagenmodel, beeld Civic Architects, bewerking Reynoud Homan
- 16
Infographic Materialen per laag, beeld Civic Architects, bewerking Reynoud Homan
- 18
Infographic Stationsscan, bewerking Reynoud Homan, bron: ProRail, NS, We-adviseurs
- 20
Infographic CO₂-uitstoot, beeld Reynoud Homan, bron: ProRail
- 26-27
Station Lelystad Centrum, Studio SK, fotograaf Ben Vulkers
- 28-37
Visuals/tekeningen station Lelystad Centrum, Civic Architects
- 38-47
Iconen, beeld Civic Architects, bewerking Reynoud Homan
- 50
Foto Mockup, ProRail, fotograaf Dus-architects
- 56-57
Station Barneveld Noord, NL-Architects, fotograaf Jannes Linders
- 58-59
The Green House, Cepezed, fotograaf Lucas van der Wee
- 60
Tijdelijke Rechtbank Amsterdam, Cepezed, fotograaf Jannes Linders
- 61
Tijdelijke Rechtbank Amsterdam, Cepezed, fotograaf Leon van Woerkom
- 62-63
HyFi Organic Mushroom Tower, The Living, fotograaf onbekend
- 64-65
CIRCL, Architecten Cie, fotograaf Ossip van Duivenbode
- 66-67
Europese Raad Brussel, Philippe Samyn en partners architects & engineers, Lead and Design Partner With Studio Valle Progettazioni architects, Buro Happold engineers
- 68
BlueCity, Superuse Studios, rendering BlueCity Offices
- 69
BlueCity, Superuse Studios, fotograaf Karola Vos
- 70-71
Vechtclub XL, Vechtclub XL, fotograaf Tom Janssen
- 72-73
QO hotel Amsterdam, Paul de Ruiter, Mulderblauwarchitecten, fotograaf Ronald Tilleman
- 74-75
Stadhuis Venlo, Kraaijvanger, fotograaf Ronald Tilleman
- 76-77
StationGreen Horrem, Deutsche Bahn, fotograaf C. Grahl
- 82-83
Station Den Haag Centraal, Benthem Crouwel Architects, fotograaf Jannes Linders





uitgave van
Bureau Spoorbouwmeester
Oktober 2019

www.spoorbeeld.nl

tekst

Mieke Oostra

afbeeldingen

Civic architects

eindredactie

Liesbeth Boeter

tekstredactie

Peter Michiel Schaap

fotografie

rechthebbenden

ontwerp

Reynoud Homan

met dank aan

Katelijnn van den Berg

Jorien Maltha

Gerald Olde Monnikhof

Katja Nelissen

Alex Rigter

Bureau Spoorbouwmeester
is een samenwerkingsverband
van ProRail en NS

beeldrecht disclaimer

Foto's en illustraties zijn van genoemde partijen, organisaties en fotografen, tenzij anders vermeld. Op afbeeldingen berust beeldrecht. Wij zijn ons dit terdege bewust en hebben met grote zorg gepoogd rechthebbenden te achterhalen. We vragen de rechthebbenden die wij niet hebben kunnen bereiken, zich te melden.

status disclaimer

Dit document maakt geen deel uit van het vormgevingsbeleid maar vertelt over Spoorbeeld en dient derhalve uitsluitend als achtergrondinformatie gezien te worden. Het wordt uitsluitend digitaal aangeboden op de website ter inspiratie en is bedoeld voor de geïnteresseerde lezer.

