



Verkenning datastrategie circulaire economie

In opdracht van:

Rijkswaterstaat

Projectnummer:

2020.075

Publicatienummer:

2020.075-2019 v1.0.4

Datum:

Utrecht, 26 augustus 2020

Auteurs:

Anna Grond MSc

Adriaan Smeitink MSc

ir. Tommy van der Vorst



Managementsamenvatting

Doel en onderzoeksaanpak

Om te komen tot een circulair economie waarbij vrijgekomen materialen hoogwaardig hergebruikt kunnen worden, is het noodzakelijk dat de datavoorziening over materiaalgegevens binnen de grond, weg en waterbouwsector (GWW) op orde is. Rijkswaterstaat (RWS) werkt hiertoe aan een datastrategie om het informatievraagstuk rondom circulariteit vorm te geven. RWS heeft aangegeven behoefte te hebben aan een verkenning van gelijksoortige datastrategieën in andere sectoren en andere Europese landen om te zien hoe RWS daar voor de verdere vormgeving van haar eigen strategie lering uit kan trekken.

In dit onderzoek zijn enkele sectoren en casussen in het buitenland bestudeerd om te zien hoe de (CE-)datastrategieën daar vormgegeven zijn en hoe RWS hiervan kan leren. Drie casussen betreffen de bouwsector in andere landen, waarvan één casus focust op een internationaal initiatief voor de bouw. De overige casussen richten zich op initiatieven in andere sectoren (agrifood, de auto-industrie en de chemische industrie).

Inzichten uit geanalyseerde casussen

Tabel 1 geeft een overzicht weer van de bestudeerde casussen met betrekking tot de circulaire aspecten waar zij op aangrijpen, het niveau waarop de datastrategie zich richt (bijv. keten- of systeemniveau), de kern van de datastrategie en de relevante leerpunten van de casussen voor RWS.

Tabel 1 Vergelijking bestudeerde casussen

Casus	CE-aspect	Niveau datastrategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
VK – National Digital Twin (bouwsector) <i>ecosysteem van digital twins van objecten in gebouwde omgeving</i>	Mogelijk circulair ontwerpen, vastlegging materiaal informatie, levensduurverlenging door optimaal beheer en onderhoud, end-of-life/afvalstromen	Object- en uiteindelijk systeemniveau (combinatie van verschillende infrastructuren)	Gedistribueerde vastlegging assetinformatie in gestandaardiseerd format, centraal te raadplegen via interface	RWS kan bijdragen aan gemeenschappelijke kaders van programmatische Digital Twins in Nederland. Inkoopkracht inzetten om het gebruik van digital twins in de GWW-sector te stimuleren. NDT-strategie kan zorgen voor aanzienlijke informatielast RWS, als digital twins eveneens bij beheerder van het fysieke object wordt opgeslagen. Opslag op cloud platformen kan hier een oplossing zijn.
VK – National Materials Database (bouwsector) <i>database inzake materiaalvoorraden en -stromen</i>	Materiaalvoorraden en -stromen	Systeemniveau (regionaal en/of landelijk)	Vastlegging informatie in centrale database, dataverzameling centraal georganiseerd	De dataverzameling van de NMDhub, een centrale database, wordt centraal georganiseerd door enkele overheidsinstanties. De implementatie van een soortgelijke strategie betekenen zou voor RWS, indien RWS hierin een organiserende rol in zou nemen, een zekere informatielast opleveren. Een mogelijkheid is om in te spelen op bestaande,

Casus	CE-aspect	Niveau datastrategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
				soortgelijke initiatieven (BoB van TNO).
VK – Smart-Waste (bouwsector) <i>managementtool inzake duurzaamheid</i>	Monitoren o.a. materiaalgebruik en afvalstromen	Objectniveau/organisatieniveau	Vastlegging informatie op individueel toegankelijk platform (managementtool), gebruiker verantwoordelijk voor aanleveren informatie	RWS kan als grote opdrachtgever in de GWW-sector het gebruik van een managementinstrument zoals SmartWaste bij aanbestedingen stimuleren of verplicht stellen.
VK – Marktplaatsen (bouwsector) <i>vraag en aanbod naar materialen</i>	End-of-life/Afvalstromen	Ketenniveau (koppeling eind en begin)	Vastlegging informatie op openbaar platform (marktplaats) waarop eigenaren informatie over vrijgekomen materialen aanbieden (en vragers kunnen vinden)	RWS kan het gebruik van dergelijke platformen stimuleren door het gebruik van aangeboden materialen of het aanbieden van vrijkomende materialen mee te nemen in de beoordeling bij aanbestedingen voor bouw, renovatie of sloop.
Duitsland – BIM/DGNB (bouwsector) <i>manier van informatievastlegging/database met materiaalinformatie</i>	Circulair ontwerpen, gebruik duurzame materialen bij bouw	Objectniveau/ketenniveau	Producenten leveren data van bouwmaterialen, vastlegging informatie in centrale database, ontwerpers krijgen hiermee inzicht in de duurzaamheid van producten	DGNB is een centrale database. Dit zorgt voor hogere kosten en informatielast, maar voorkomt versnippering van data. RWS moet hier een afweging in maken.
Duitsland – OKSTRA (bouwsector) <i>database over objecten in weginfrastructuur</i>	Circulair maken van wegebouw door vastleggen gestandaardiseerde informatie van objecten	Objectniveau/systeemniveau	Data over objecten in weginfrastructuur, betere informatiestroom tussen de processtappen onder actoren (wegbouwbedrijven, transportautoriteiten en deelstaten)	Vergelijkbaar met OTL-RWS (objecttypenbibliotheek voor BIM-projecten). RWS kan samenwerking met BAST in Duitsland verkennen om nationale objectenbibliotheken te koppelen en circulaire economie in wegebouw te versterken.
Internationaal – BAMB2020 (bouwsector) <i>platform voor materialenpaspoorten</i>	Circulair ontwerpen, vastlegging materiaalinformatie, end-of-life	Ketenniveau/objectniveau	Vastlegging informatie op een centraal platform waarbij koppelingen worden gemaakt met externe databronnen, spelers in de keten leveren informatie aan (vrijwillig)	Deze strategie kent een beperkte informatielast door het gedistribueerd opslaan van informatie in externe databronnen en één centraal punt voor materialenpaspoorten. Standaardisatie zou de koppeling met een grotere hoeveelheid externe databases vergemakkelijken. RWS kan bijdragen aan de vorming van/het bepalen van standaarden en het stimuleren van het gebruik hiervan en kan mogelijk een rol spelen in het organiseren van een centraal platform.
Agrifoodsector – Transparantie in de keten datadeling	Vastlegging materiaalinformatie	Ketenniveau	Informatie reist mee binnen de keten, gedeeltelijk (veelal nog) gedistribueerde vastlegging van informatie	Een mogelijke rol voor RWS ligt bij het stimuleren van de ontwikkeling en het gebruik van een gedeelde data-infrastructuur, wat het delen van data in

Casus	CE-aspect	Niveau datastrategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
<i>tussen ketenschakels</i>			binnen eigen bedrijfsinformatiesystemen, gedeeltelijk gebruik van centrale database met sleutels (streepjescodes)	de keten en het bijeenbrengen van vraag en aanbod kan ondersteunen.
Agrifoodsector – KringloopWijzer database <i>inzake mineralenkringlopen</i>	Monitoren mineralenstromen	Organisatieniveau/systeemniveau	Vastlegging informatie in centrale database in vast format, bedrijven zijn verplicht informatie aan te leveren	RWS kan als grote opdrachtgever in de GWW-sector het gebruik van een managementinstrument zoals de KringloopWijzer bij aanbestedingen verplicht stellen (zie ook SmartWaste managementtool)
Agrifoodsector – Verwerking reststromen <i>vraag en aanbod naar voedselreststromen</i>	Afvalstromen; Monitoren materiaalgebruik en afvalstromen	Ketenniveau/organisatieniveau	Vastlegging informatie op openbaar platform (marktplaats) waarop eigenaren informatie over vrijgekomen materialen aanbieden (en vragers kunnen vinden); Vastlegging informatie op platform (managementtool), gebruiker verantwoordelijk voor aanleveren informatie	RWS kan het gebruik van dergelijke platformen stimuleren door het gebruik van aangeboden materialen of het aanbieden van vrijkomende materialen mee te nemen in de beoordeling bij aanbestedingen voor bouw, renovatie of sloop (zie ook VK – marktplaatsen).
Auto-industrie – Parts provenance, targeted recall en circulariteit <i>datadeling tussen ketenschakels</i>	Vastlegging materiaal informatie in de keten om duurzamer te produceren; end-of-life (recycling auto-onderdelen)	Ketenniveau	Gegevens van materialen in de keten vastleggen met blockchain/concernbreed ERP-systeem; gebruik van grondstoffen inzichtelijk maken bij auto's die uit circulatie gaan in centrale database	RWS zou als grote klant kunnen vereisen dat fabrikanten (aannemers en leveranciers in de supply chain) informatie bijhouden over bijwerken en deze bij einde levensduur van het bouwwerk terugnemen en recyclen.
Auto-industrie – International Materials Data System <i>database met productinformatie auto-onderdelen</i>	Vastlegging materiaal informatie	Ketenniveau/objectniveau	Vastlegging informatie in centrale database; ketenspelers verantwoordelijk voor aanleveren informatie (vereist door spelers later in de keten)	Een systeem als het IMDS in de bouwsector zou een centrale database vereisen. De omvang van de database kan echter behoorlijk oplopen en voor RWS, indien RWS hier een organiserende rol in zou nemen, een substantiële informatielast inhouden.
Chemische industrie – SCIP <i>database met informatie over schadelijke stoffen in producten</i>	Opschonen materiaalstromen t.b.v. circulariteit, afvalstromen	Objectniveau	Vastlegging productinformatie in centrale database; producenten, assemblers, importeurs en distributeurs in de EU zijn verplicht informatie aan te leveren indien sprake van SVHC's	Werken met grenswaarden – waarbij er onder de grenswaarden geen informatie over materialen aangeleverd hoeft te worden – zorgt voor incomplete informatie. Met het oog op de toekomst is het voor RWS aan te bevelen om de inrichting van de datastrategie flexibel te houden, om waar nodig aanpassingen te kunnen maken.

Uit de geanalyseerde casussen komende volgende primaire eigenschappen van een datastrategie naar voren:

- **Initiatief.** Een aantal sectoren heeft *zichzelf* georganiseerd (o.a. de auto-industrie). Optimalisatie van de keten is de belangrijkste prikkel, en de grootste partij neemt vaak het voortouw. Tegelijkertijd zijn deze systemen meestal gesloten (binnen het concern en betrokken partijen) en dienen ze primair de *productieketen*. In de bouwsector zien we een groter aantal en groter aantal *soorten* partijen. Als grote afnemer kan RWS optreden als initiatiefnemer voor een dataketen, maar bestaat het risico dat een dergelijk systeem (dat op zichzelf al zeer complex is) niet de doelen dient van de gehele sector (of andersom een te grote scope krijgt).
- **Standaardisatie.** In veel cases gaat om gegevens ten behoeve van traceerbaarheid van onderdelen, waarbij de structuur van deze gegevens veelal goed is gedefinieerd (zie onder andere de agrifoodsector en de chemische industrie). Bij circulaire bouwmaterialen is de verscheidenheid in materialen en daardoor de gegevensstructuur groter, en is de snelheid waarmee gegevens worden bijgewerkt hoger. Standaardisatie van (met name) de gegevensmodellen en uitwisselformaten is essentieel.
- **Mate van centralisatie.** Het begrip 'centralisatie' verwijst hier naar het bronhouderschap, de verantwoordelijkheid *over* data-opslag en -uitwisseling (technisch gezien kan data los hiervan centraal of decentraal worden opgeslagen). Waar in de auto-industrie vooral gecentraliseerd wordt gewerkt (ERP-systemen van de grotere concerns) zien we ook voorbeelden van decentrale modellen waarbij gelijkwaardige partijen onderling data uitwisselen (o.a. de *digital twins* in het VK). Een decentraal model lijkt zich meer te lenen voor de bouwsector, waarin sprake is van een groter aantal partijen en grotere verscheidenheid.

In de casussen worden verschillende typen informatie genoemd die kunnen bijdragen aan het realiseren van een circulaire bouwketen. Het gaat o.a. om:

- Informatie over de aanwezige producten, componenten en materialen in bouwwerken
- Informatie met betrekking tot vraag en aanbod
- Informatie benodigd om het recycleproces te organiseren

Aanbevelingen

Op basis van de geanalyseerde casussen komen we tot de volgende aanbevelingen ten aanzien van een mogelijke datastrategie van RWS voor circulaire bouwmaterialen:

- Een decentraal model van data-*uitwisseling* ligt voor de hand. Voor data-*opslag* is een centraal model (gezien de lange levensduur van bouwwerken, die leidt tot hoge bewaartermijnen) wellicht logischer. Beide sluiten elkaar uiteraard niet uit. RWS zou op beide vlakken het initiatief kunnen nemen. Rondom data-uitwisseling zou dat met name op vlak van standaardisatie en wellicht "referentieimplementatie" van systemen kunnen gebeuren. Ten aanzien van dataopslag zou RWS een centrale positie kunnen innemen (bijv. zoals bij de National Materials Datahub uit het VK), of kunnen meewerken aan het opzetten van een instituut hiervoor (vergelijkbaar met het Platform Management Body bij BAMB2020). De kans bestaat dat de scope van de te ontwikkelen datastrategie relevant is voor

de gehele bouwsector en daarmee verder reikt dan het domein van RWS. De keuze voor het helpen opzetten van een instituut lijkt dan logischer.

- In het buitenland (Duitsland, VK) zien we een aantal ver uitgewerkte systemen voor uitwisseling van materialendata. We adviseren het wiel niet opnieuw uit te vinden en zo mogelijk hierop aan te sluiten.
- Niet alle gegevens zijn "machine-leesbaar" en omzetting is waarschijnlijk kostbaar. Een toekomstige datastrategie houdt dan ook bij voorkeur ruimte voor het (ook) uitwisselen van ongestructureerde data.
- IT-systemen kennen over het algemeen een kortere levensduur dan bouwwerken. Een datastrategie moet robuust zijn ten aanzien van veranderingen in onderliggende platforms en betrokken organisaties (denk aan faillissementen, fusies, et cetera).
- Definieer een beperkte scope. Het bouwen van "digital twin"-systemen waarin zoveel mogelijk gegevens worden bijgehouden over gebouwen zonder duidelijke visie over het gebruik van deze data draagt beperkt bij aan circulariteit.

Het huidige onderzoek betrof een verkennende studie waarin een quick scan van de geselecteerde casussen is uitgevoerd op basis van publiekelijk beschikbare informatie. Om het huidige onderzoek uit te breiden of een soortgelijk onderzoek op te zetten, bevelen wij het volgende aan:

- Hoewel casussen gericht op andere sectoren informatief kunnen zijn, zien wij de meeste waarde in het bestuderen van bouwsectoren in andere landen door de kenmerkende eigenschappen van de sector (lange levensduur objecten, hoge verscheidenheid in materialen).
- In dit onderzoek is een deel van de casussen gaandeweg geselecteerd op basis van de beschikbaarheid van informatie over mogelijk relevante datastrategieën. Waar dit passend is voor een verkennend onderzoek, is het voor een verdere verdieping t.b.v. de verdere ontwikkeling van de datastrategie wellicht nuttig om op voorhand de selectiecriteria voor het selecteren van casussen om gericht zoeken mogelijk te maken. Dit kunnen aspecten van datastrategieën zijn waar expliciet rekening mee gehouden is. Zo geven de huidige casussen bijvoorbeeld weinig inzicht in de kwestie rondom het langdurig opslaan van gegevens, wat voor Rijkswaterstaat in het kader van de lange levensduur van bouwwerken wel degelijk een relevant aspect is.
- In dit verkennende onderzoek is gebruik gemaakt van openbare informatie, wat een sterke afhankelijkheid creëert van de mate waarin informatie over specifieke datastrategieën beschikbaar is. Informatie die niet publiekelijk beschikbaar is, zou opgehaald kunnen door middel van interviews of door deze informatie op te vragen bij de juiste instanties (indien het niet om vertrouwelijke informatie gaat). Cruciaal hierbij is het vinden van de goede contactpersonen. Wel bestaat er het risico dat deze methoden niet de gewenste informatie opleveren en is er sprake van afhankelijkheid van de welwillendheid tot meewerken van de contactpersonen.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1 Introductie.....	11
1.1 Onderzoeksvragen	11
1.2 Aanpak.....	12
1.3 Leeswijzer	12
2 Achtergrond.....	13
2.1 Een circulaire bouwsector	13
2.2 Initiatieven voor het realiseren van een circulariteit in de bouw	14
2.2.1 <i>Datastrategie Circulaire Economie Rijkswaterstaat.....</i>	<i>15</i>
3 Casussen.....	17
3.1 Verenigd Koninkrijk – Bouwsector.....	17
3.1.1 <i>Context.....</i>	<i>17</i>
3.1.2 <i>The National Digital Twin.....</i>	<i>17</i>
3.1.3 <i>National Materials Datahub.....</i>	<i>22</i>
3.1.4 <i>Voorbeelden van marktinitiatieven</i>	<i>25</i>
3.1.5 <i>Relevantie van de casus voor de CE-datastrategie van RWS</i>	<i>25</i>
3.2 Duitsland - Bouwsector.....	26
3.2.1 <i>Context.....</i>	<i>26</i>
3.2.2 <i>BIM en DGNB Navigator</i>	<i>27</i>
3.2.3 <i>OKSTRA</i>	<i>29</i>
3.2.4 <i>Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS</i>	<i>31</i>
3.3 Internationaal – Bouwsector.....	31
3.3.1 <i>Context.....</i>	<i>31</i>
3.3.2 <i>BAMB2020</i>	<i>32</i>
3.3.3 <i>Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS</i>	<i>38</i>
3.4 Nederland - Agrifoodsector	38
3.4.1 <i>Context.....</i>	<i>38</i>
3.4.2 <i>Ketentransparantie.....</i>	<i>40</i>
3.4.3 <i>KringloopWijzer.....</i>	<i>44</i>
3.4.4 <i>Minimalisering en verwerking van reststromen.....</i>	<i>46</i>
3.4.5 <i>Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS</i>	<i>47</i>
3.5 Internationaal - Auto-industrie	48
3.5.1 <i>Context.....</i>	<i>48</i>

3.5.2	<i>Parts provenance, targeted recall en circulariteit</i>	48
3.5.3	<i>International Material Data System</i>	51
3.5.4	<i>Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS</i>	53
3.6	Internationaal – Chemische industrie	54
3.6.1	<i>Context</i>	54
3.6.2	<i>SCIP database (Substances of Concern In articles as such or in complex Products)</i>	54
3.6.3	<i>Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS</i>	56
4	Conclusie	57
4.1	Beantwoording onderzoeksvragen	57
4.1.1	<i>Hoe kan Rijkswaterstaat leren van datastrategieën uit andere sectoren en landen?</i>	57
4.1.2	<i>Hoe is in de andere sectoren, en in andere landen de (CE-)datastrategie ingericht?</i>	57
4.1.3	<i>Welke aspecten uit deze datastrategieën zijn toepasbaar op de CE-datastrategie van Rijkswaterstaat en wat betekent dit voor de rol van Rijkswaterstaat?</i>	61
4.1.4	<i>Welke gegevens zijn er nodig om de keten gesloten te krijgen?</i>	61
4.2	Aanbevelingen	63
	Referenties	65
	Bijlage 1. Analyse kader casussen	71
	Bijlage 2. Niet-geselecteerde casussen	73

1 Introductie

Circulariteit staat zowel op nationaal als Europees niveau hoog op de politieke agenda. Zo heeft de Europese Commissie in 2015 een actieplan opgezet om de overgang naar een circulaire economie (CE) te versnellen [1]. De Green Deal uit 2019 bevat een vervolg op dit actieplan en spreekt de ambitie uit om in 2050 een volledig circulaire economie gerealiseerd te hebben [2]. Nederland heeft deze ambitie opgenomen in het Rijksbrede programma Circulaire Economie, met als tussentijdse doelstelling een halvering van het gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen) in 2030 [3]. Rijkswaterstaat (hierna: RWS) heeft, als uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, deze ambities op haar beurt uitgewerkt voor de eigen organisatie: RWS wil in 2030 circulair werken en in 2050 geen afval meer produceren [4]. Dit houdt onder andere het hergebruik van materialen en producten, het gebruik van (duurzaam) hernieuwbare grondstoffen en het reduceren van primair grondstoffengebruik naar nul in.

RWS is als beheerder van het hoofdwegennet, het hoofdvaarwegennet en het hoofdwatersysteem een belangrijke opdrachtgever binnen de GWW-sector. De komende jaren staat RWS voor een grote opgave met de vervanging en renovatie van honderden kunstwerken [5], waarbij grote hoeveelheden materialen vrijkomen en benodigd zijn. Om te komen tot een circulaire economie waarbij vrijgekomen materialen hoogwaardig hergebruikt kunnen worden, is het noodzakelijk dat de datavoorziening over materiaalgegevens binnen de sector op orde is. Bouwinformatie moet zodanig worden vastgelegd dat kansen voor toekomstig hergebruik zo groot mogelijk zijn, alsook dat adequate informatie over vrijgekomen bouwmaterialen en -producten op het juiste moment beschikbaar kan zijn. RWS werkt hiertoe aan een datastrategie om het informatievraagstuk rondom circulariteit vorm te geven. Vragen zoals 'Welke rol neemt RWS en welke rol neemt de sector?' en 'Waar wordt de data vastgelegd?' staan daarbij centraal [6].

RWS heeft aangegeven behoefte te hebben aan een verkenning van gelijksoortige datastrategieën in andere sectoren en andere Europese landen om te zien hoe RWS daar voor de verdere vormgeving van haar eigen strategie lering uit kan trekken. In dit onderzoek zullen enkele sectoren en buitenlandse casussen bestudeerd worden om te zien hoe de (CE-)datastrategieën daar vormgegeven zijn. Hierbij wordt gefocust op welke aspecten relevant kunnen zijn voor de situatie van RWS en welke implicaties implementatie daarvan zou hebben.

1.1 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvraag die centraal staat in dit onderzoek, is de volgende:

Hoe kan Rijkswaterstaat leren van datastrategieën uit andere sectoren en landen?

Ter beantwoording van deze hoofdvraag zijn de volgende deelvragen gedefinieerd:

1. Hoe is in de andere sectoren, en in andere landen de (CE-)datastrategie ingericht?
2. Welke aspecten uit deze datastrategieën zijn toepasbaar op de CE-datastrategie van Rijkswaterstaat en wat betekent dit voor de rol van Rijkswaterstaat?
3. Welke gegevens zijn er nodig om de keten gesloten te krijgen?

De laatste deelvraag is omvangrijk van aard. Voor dit verkennende onderzoek zal deze vraag enkel op hoofdlijnen behandeld worden. Om dieper op deze vraag in te gaan, is aanvullend onderzoek nodig.

1.2 Aanpak

Om deze onderzoeksvragen te beantwoorden heeft Dialogic een verkennend onderzoek uitgevoerd waarin een zestal verschillende casussen bestudeerd zijn. Drie casussen betreffen de bouwsector in andere landen, waarvan één casus focust op een internationaal initiatief voor de bouw. De overige casussen richten zich op initiatieven in andere sectoren. De bestudeerde casussen zijn:

- Verenigd Koninkrijk - Bouwsector
- Duitsland – Bouwsector
- Internationaal – Bouwsector
- Nederland – Agrifoodsector
- Internationaal – Auto-industrie
- Internationaal – Chemische industrie

De casussen zijn geanalyseerd aan de hand van publiekelijk beschikbare informatie, waarbij gebruik is gemaakt van een analysekader. Dit analysekader fungeerde als leidraad bij het bestuderen van de beschikbare documentatie. Het analysekader is te vinden in Bijlage 1.

1.3 Leeswijzer

Allereerst zullen in hoofdstuk 2 als achtergrond de ontwikkelingen in de bouwsector beschreven worden en zal er een toelichting gegeven worden op informatievoorziening in het kader van circulariteit in de bouw. In hoofdstuk 3 worden de casussen aan de hand van het analysekader beschreven. Tenslotte wordt er afgesloten met een conclusiehoofdstuk waarin de casussen vergeleken worden en de onderzoeksvragen worden beantwoord.

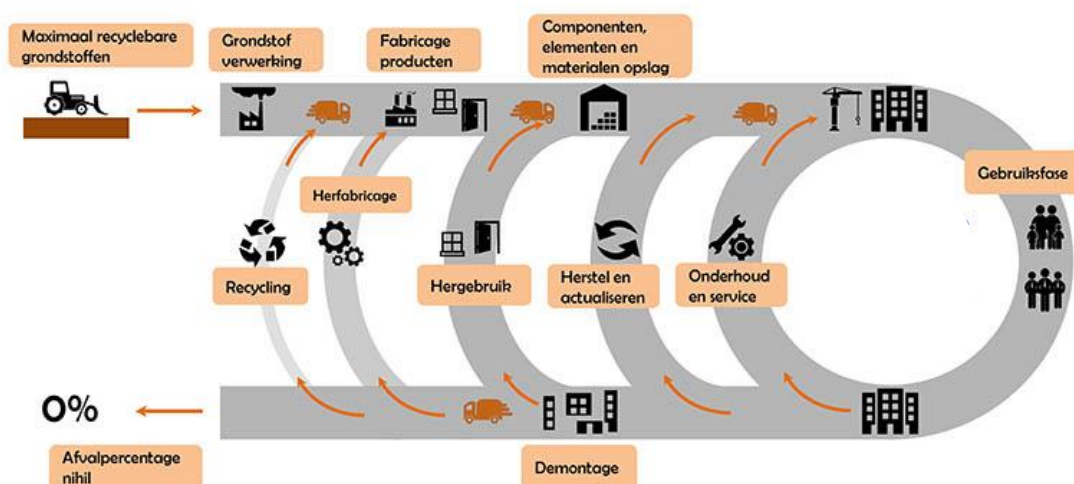
2 Achtergrond

2.1 Een circulaire bouwsector

De bouwsector levert een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie. De sector, die onder te verdelen is in de burgerlijke en utiliteitsbouw (B&U) en de grond-, weg en waterbouw (GWW), draagt voor ongeveer 4% bij aan het BBP [5] en had in 2019 een productie van ruim €70 miljard. In 2018 waren er 309.000 mensen werkzaam in de bouw en begin dit jaar telde de sector ruim 190.000 bedrijven [7]. De bouw is echter ook belastend voor het milieu. Het is een grondstofintensieve sector waarin veel afval geproduceerd wordt. 50% van het grondstoffenverbruik in Nederland is toe te wijzen aan de bouw en circa 40% van het afval is bouw- en sloopafval [3]. Om deze reden is er voor de bouw een transitieagenda opgesteld die de strategie voor het realiseren van een circulaire bouweconomie beschrijft. Hierin wordt circulair bouwen als volgt gedefinieerd [8]:

"Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later."

In een circulaire bouweconomie zijn materiaalketens gesloten, is er geen sprake van afval, worden emissies teruggebracht naar nul en wordt de levensduur van bouwwerken, onderdelen, materialen en grondstoffen zoveel mogelijk verlengd zodat ze zo lang mogelijk hun waarde behouden. Ook het delen van faciliteiten zoals machines om de capaciteit ervan ten volle te benutten bij aan een circulaire bouweconomie. Een circulaire bouwketen is weergegeven in Figuur 1. Deze figuur illustreert dat het sluiten van de keten op verschillende niveaus plaats kan vinden, afhankelijk van de staat van de her te gebruiken onderdelen of materialen.



Figuur 1 Een circulaire bouwketen (bron: [gevelbouw.info])

2.2 Initiatieven voor het realiseren van een circulariteit in de bouw

De sector zit niet stil. Er zijn verschillende publieke en private initiatieven gericht op het realiseren van een circulaire bouweconomie. Initiatieven zijn bijvoorbeeld gericht op de ontwikkeling van circulair bouw materiaal (bijv. bio-based materialen [9]), circulaire bouwtechnieken (bijv. demontabel bouwen [10]), circulair inkopen [11] [12] en circulaire bedrijfsvoering (bijv. 'gevel as a service' [13]). Ook binnen de wet- en regelgeving is er aandacht voor circulariteit in de bouw. Zo wordt er in het kader van het uitvoeringsprogramma van het Rijksbrede programma Circulaire Economie bijvoorbeeld overwogen om de Regeling Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid in te voeren voor de gevelbouw [14], waarmee de producent verantwoordelijk wordt gemaakt voor de afvalfase van een product.

Een aantal initiatieven is gericht op het vastleggen van bouw informatie in de vorm van gebouwen-, onderdelen-, materialen- en grondstoffenpaspoorten. Met behulp van deze paspoorten kunnen de aanwezige materialen in de gebouwde omgeving in kaart gebracht worden en kan materiaal informatie gemakkelijker worden uitgewisseld om hergebruik te bevorderen. Hieronder worden enkele initiatieven toegelicht¹:

- Het **Platform Circulair Bouwen '23** (Platform CB '23) is bezig om sectorbrede afspraken te maken over circulariteit. Dit doet ze onder andere door het ontwikkelen van een Lexicon voor een Circulaire Bouw om te komen tot een eenduidige taal, een leidraad om circulariteit in de bouw te meten en een leidraad voor paspoorten in de bouw als manier om hergebruik te bevorderen. In de ontwikkeling van het Lexicon voor een Circulaire Bouw wordt aansluiting gezocht bij CB-NL, de Nederlandse conceptenbibliotheek voor de bouw.
- **Madaster** is een online bibliotheek waarin vastgoedeigenaren hun materialen en gebouwen kunnen documenteren. Hierbij wordt gewerkt met materialenpaspoorten, waarmee een gebouw en alle gebruikte materialen, onderdelen en producten een identiteit krijgen. Het platform biedt onder meer inzicht in de financiële waarde van materialen, de renovatiecyclus en de mate van circulariteit per gebouw fase. Madaster wisselt data uit met TNO om gedetailleerde materialenstromen in kaart te brengen. TNO heeft **Bouwmaterialen in Beeld** ontwikkeld: een database die de beschikbare materialen in een gebied in kaart brengt en waarmee vraag- en aanbodprognoses uitgevoerd kunnen worden.
- Ook EPEA, ontwikkelaar van cradle-to-cradle oplossingen voor de waardeketen, biedt **Circularity Passports** aan. Met deze paspoorten kunnen de mogelijkheden tot hergebruik van producten en materialen in kaart gebracht worden en kan materiaal informatie gemakkelijk gedeeld worden met verschillende stakeholders in iedere gebouw fase.
- **Cirlingq**, een initiatief uit de gevelbouw, is een platform dat digitale informatie koppelt aan fysieke objecten. Door de tag van een object te scannen (bijv. een RFID-tag) kan up-to-date informatie over het gebouw, de onderdelen ervan, materialen en grondstoffen uit de gekoppelde databronnen opgehaald worden. Het doel hiervan is om productonderhoud gericht en efficiënter te maken en hoogwaardig hergebruik mogelijk te maken.
- **ReNtry** is een module van Rendemint waarmee op verschillende niveaus paspoorten aangemaakt kunnen worden (gebouw, component, materialen en grondstoffen). Met deze module kan van de eindmassa, oftewel de vrijkomende

¹ Deze lijst is niet uitputtend.

grondstoffen na het gebruik van het object, het circulair potentieel bepaald worden.

- **Cirdax** is een materialenmanagementsysteem ontwikkeld door Re Use Materials. Binnen dit systeem kunnen aanwezige materialen in gebouwen in kaart gebracht worden en vastgelegd worden in materialenpaspoorten. Aan aanvullende functionaliteiten, zoals een (BIM) design tool en een life cycle manager, wordt op dit moment nog gewerkt.

Waar dergelijke paspoorten op het niveau van individuele gebouwen de aanwezige materialen in kaart brengen, is een andere groep initiatieven gericht op het inzichtelijk maken en bij elkaar brengen van het aanbod van en de vraag naar onderdelen en materialen. Voorbeelden hiervan zijn de platformen **Excess Materials Exchange, Repurpose** en de **Bruggenbank** (speciaal voor brugonderdelen) die beiden fungeren als een marktplaats voor bouw materiaal. Ook **Cirdax** heeft een marktplaats voor materialen.

Een andere ontwikkeling betreft het Kennis- en Innovatieprogramma Digitalisering uitgebracht met de programmalijs 'Digital Twins'. Dit programma is recent uitgebracht door het Bouw en Techniek Innovatiecentrum (BTIC), een publiek-private samenwerking tussen o.a. het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Bouwend Nederland en TNO. Het toekomstbeeld dat binnen de programmalijs 'Digital Twins' geschetst wordt, stelt dat er van ieder bouwwerk een digital twin zal komen die samen één groot netwerk vormen. Naast de mogelijkheid tot het monitoren van energieverbruik in de gebouwde omgeving en substantiële productiviteitsstijgingen wordt ook aangegeven dat zo'n ecosysteem van digital twins kan bijdragen aan het realiseren van circulariteit in de bouw door een verbeterde afstemming in vraag en aanbod van circulaire bouwelementen en bouwmaterialen. In Nederland wordt er op dit moment ook al gebruik gemaakt van digital twins. Zo heeft de haven van Rotterdam al een digitale versie [15] en maakt RWS gebruik van een digitale tunneltweeling bij de renovaties van tunnels in Zuid-Holland [16].

2.2.1 Datastrategie Circulaire Economie Rijkswaterstaat

De genoemde initiatieven zijn voorbeelden van manieren om bouw informatie vast te leggen (paspoorten) en om informatie over vrijkomende of vrijgekomen materialen te delen (marktplaatsen voor onderdelen). Om een circulaire economie te realiseren is het noodzakelijk dat bouw informatie op zodanige wijze wordt vastgelegd dat hoogwaardig hergebruik mogelijk is. Het tijdig vrijkomen van informatie is hier onderdeel van.

RWS werkt op dit moment aan een eigen datastrategie om dit informatievraagstuk vorm te geven. Deze datastrategie moet uitwisselbaarheid van vrijgekomen materialen en bouwproducten en regie op de grondstoffencyclus in de sector mogelijk maken. Ook moet de strategie toepasbaar zijn voor andere vastgoedbeheerders en moeten de kosten en informatielast beperkt blijven. RWS gaat ze uit van vastlegging van materiaal informatie in materialenpaspoorten in lijn met de leidraden van CB '23. De vraag is echter hoe het proces van dataverzameling en het databeheer georganiseerd dient te worden en welke rol RWS daarbij in moet nemen ten opzichte van de markt (zie Figuur 2).

RWS is op dit moment bezig met het opstellen van een visie voor een te ontwikkelen datastrategie. Hierbij worden uitgangspunten en keuzes geformuleerd o.a. met betrekking tot de rol die RWS kan aannemen. Een mogelijkheid is dat RWS een initiërende, aanjagende rol aanneemt en overregulering tegengaat, gezien het circulariteitsvraagstuk als een sectorbrede kwestie gezien wordt en gezamenlijk aangepakt moet worden. Ook zou RWS samen met de sector poactief proof-of-concepts en pilots kunnen ontwikkelen, waarmee ze een demonstrerende rol aan zou nemen. Naast de rol van RWS moet ook de precieze invulling

van de datastrategie met betrekking tot het organiseren van de dataverzameling en het databeheer nog bepaald worden. Mogelijk zal er ingezet worden op vastlegging bij de bron, dat wil zeggen dat leveranciers van materialen en onderdelen de informatie over hun producten vastleggen en bewaren.



Figuur 2 Mogelijke rollen voor publieke instanties bij de implementatie van een datastrategie (gebaseerd op Cheng & Lu (2015). A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide)

3 Casussen

3.1 Verenigd Koninkrijk – Bouwsector

3.1.1 Context

De bouwsector is één van een van de belangrijkste sectoren voor het Verenigd Koninkrijk. De sector biedt veel werkgelegenheid: er zijn 3,1 miljoen mensen werkzaam in de sector (9% van de werkzame beroepsbevolking) [17]. In 2016 draaide de sector een omzet van €410 miljard² en had daarmee een toegevoegde waarde voor de economie van het VK van €153 miljard³ (9% van het totaal). De bouwsector heeft echter ook een sterke milieu impact. Jaarlijks komt er bij bouw, sloop en uitgraving ongeveer 120 miljoen ton afval vrij, bijna 60% van de totale afvalproductie in het Verenigd Koninkrijk [17]. Ook is de bouwsector de grootste verbruiker van materialen en grondstoffen [18].

In de afgelopen decennia heeft de bouw zich minder snel ontwikkeld dan de rest van de economie. Onder andere de conjunctuurgevoeligheid van de sector, de onvoorspelbaarheid in toekomstig werk en een gebrek aan samenwerking hebben gezorgd voor een achterblijvende productiviteit ten opzichte van andere sectoren [17]. De bouwsector werkt nu aan een inhaalslag, waarbij onder andere digitalisering en verduurzaming centraal staan. Er wordt geschat dat er komende tien jaar voor zo'n €665 miljard⁴ geïnvesteerd zal worden in de bouw en infrastructuur (zowel publiek als privaat) [19]. Hierbij wordt ingezet op het gebruik van digitale oplossingen en innovatieve technologieën en technieken ter verbetering van de productiviteit en ter verduurzaming van de gebouwde omgeving op het gebied van energieverbruik en circulariteit [17]. Voorbeelden zijn modulair bouwen, waarmee hoogwaardig hergebruik vergemakkelijkt wordt, en off-site bouwen, wat afvalproductie tijdens het bouwproces substantieel terug kan dringen [20].

3.1.2 The National Digital Twin

Een initiatief dat gericht is op het realiseren van een digitale, duurzame en optimaal functionerende gebouwde omgeving is de ontwikkeling van een National Digital Twin (NDT). In 2017 heeft the National Infrastructure Commission (NIC) het rapport 'Data for the Public Good' uitgebracht, waarin geadviseerd wordt NDT te ontwikkelen voor de gebouwde omgeving. De gebouwde omgeving wordt hierbij gezien als een complex systeem bestaande uit verschillende infrastructuren (bijv. voor transport, energie, afval, sociale diensten (ziekenhuizen, scholen, etc.) en water) die ingebed zijn in hun natuurlijke omgeving. De National Digital Twin vormt een digitale weergave van deze gebouwde omgeving en is een ecosysteem van verbonden digital twins die met elkaar communiceren via beveiligde datadeling. Digital twins zijn digitale replica's van fysieke objecten, systemen of processen die via data verbonden zijn met hun fysieke versie. Via metingen van de fysieke asset (bijv. middels sensoren) wordt de digital twin geïnformeerd door real-time meetdata. Digital twins zouden gebruikt kunnen worden om interventies te testen door middel van simulaties, voordat deze op het fysieke object uitgevoerd worden. Met een NDT zouden dit soort simulaties op een grotere schaal plaats kunnen vinden, zoals binnen een sector (bijv. de waterinfrastructuur)

² £ 370bn

³ £ 138bn

⁴ £ 600bn

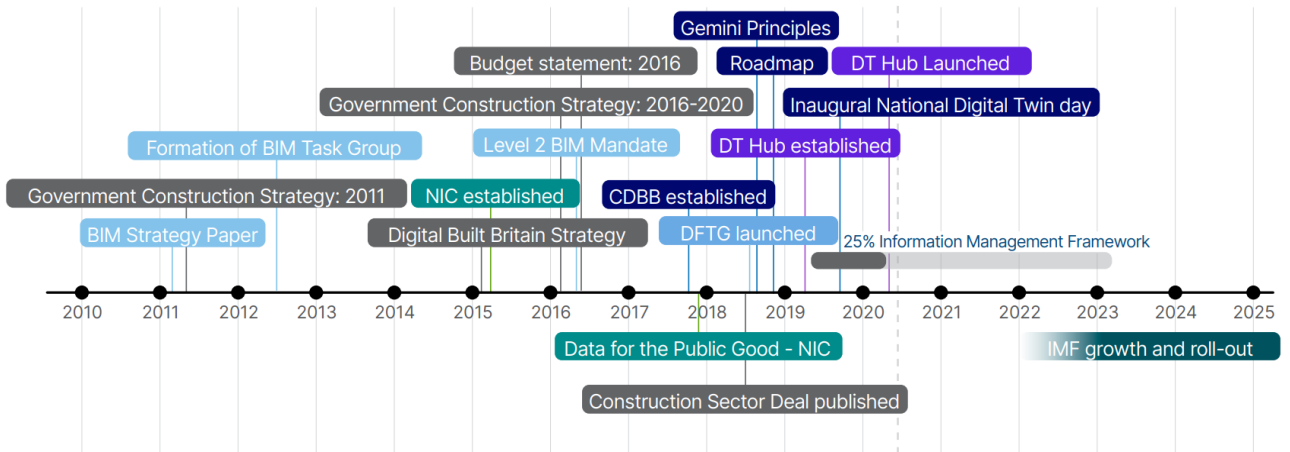
of voor de gehele gebouwde omgeving. De NDT is dus niet één groot model van de gebouwde omgeving in het VK, maar een netwerk van individuele digital twins.

In wezen is een digital twin, net als een materialenpaspoort, een manier om assetinformatie op te slaan. In het geval van een fysiek object kan een digital twin bijvoorbeeld informatie omvatten over de structuur van het object, de gebruikte onderdelen, materialen en grondstoffen alsook de herkomst hiervan, de leeftijd van het object, etc. Zo'n digital twin geeft op deze manier inzicht in materiaalstromen, wat van belang is voor het sluiten van ketens in het kader van circulariteit. Doordat een digital twin in verbinding staat met zijn fysieke variant en daarmee real-time monitoring alsook het testen van interventies mogelijk zijn, kunnen er gedurende de levenscyclus van objecten optimalere keuzes gemaakt worden in het kader van beheer, onderhoud, vervanging en renovatie. Hiermee kan de levensduur van objecten verlengd worden. Ook is het met een NDT, waarin individuele digital twins met elkaar gelinkt zijn, mogelijk om vraag en aanbod van vrijgekomen onderdelen, materialen en grondstoffen bij vervangingsopgaven of sloop met elkaar te verbinden.

Het Centre for Digital Built Britain (CDBB), een partnerschap tussen het Ministerial Department for Business, Energy and Industrial Strategy en Cambridge University, heeft gehoor gegeven aan het advies van de NIC door het National Digital Twin Programme op te starten, uitgevoerd door de Digital Framework Task Group (DFTG). Om de ontwikkeling van een NDT mogelijk te maken, wordt er binnen dit programma gewerkt aan de ontwikkeling van een Information Management Framework (IMF). Dit framework biedt een gemeenschappelijk kader en zorgt ervoor dat iedereen in de keten dezelfde taal spreekt. Zo'n framework is noodzakelijk om de individuele digital twins compatibel te maken zodat het verbinden van de digital twins mogelijk wordt.

In 2018 is het NDT Programme gestart met het opstellen van enkele basisprincipes voor de NDT en het IMF (de Gemini Principles⁵) en een roadmap voor de ontwikkeling van het IMF [21]. Zoals Figuur 3 laat zien is het IMF nog volop in ontwikkeling. Na de vorming van het IMF zal allereerst het gebruik van digital twins breder geadopteerd moeten worden. Er wordt voorzien dat de koppeling van digital twins eerst binnen de verschillende infrastructuren in de regio plaats zal gaan vinden (bijv. het verbinden van treinen met het spoornetwerk en seinstelsel) en vervolgens ook tussen infrastructuren (bijv. de infrastructuur voor transport en de energie-infrastructuur) en op landelijk niveau [22]. Het realiseren van een NDT is dus een strategie voor de langere termijn waarvan de ontwikkeling zich op dit moment nog in de beginfase bevindt.

⁵ Alle onderdelen van de NDT en het IMF moeten een duidelijk doel hebben (public good, value creation en insight), de NDT moet betrouwbaar zijn (security, openness en quality) en de NDT moet effectief functioneren (federation, curation en evolution). Zie ook: CDBB (2018). The Gemini Principles.



Figuur 3 NDT tijdlijn (bron: CDBB (2020). *The approach to delivering a National Digital Twin for the United Kingdom*)

Fundamente datastrategie

Het NDT-programme ondersteunt de weg naar een slimmere gebouwde omgeving die bijdraagt aan een verhoogde levenskwaliteit en een duurzamere planeet [23]. De visie achter de NDT-strategie is "to provide quality information supporting improved decision taking by those developing, operating, maintaining and using infrastructure and the services they provide to citizens" [24]. Door het delen en integreren van data afkomstig (van objecten) uit de bredere omgeving en de mogelijkheden om voorspellingen te doen door het modelleren van effecten van interventies of omgevingsfactoren, heeft deze strategie de potentie om besluitvorming gedurende de levenscyclus van objecten te verbeteren.

Zoals genoemd is de NDT een ecosysteem van verbonden digital twins. Om een NDT te realiseren, is het dus noodzakelijk dat digital twins van objecten, processen en systemen in de gebouwde omgeving ontwikkeld zullen worden. Er wordt op dit moment door de DFTG gewerkt aan een gemeenschappelijk beeld over digital twins en uit wat voor typen data digital twins bestaan. Dit wordt vastgelegd in het IMF. Het IMF vormt het kader dat de ontwikkeling van een NDT mogelijk maakt. Het IMF zorgt er namelijk voor dat de digital twins volgens dezelfde gemeenschappelijke standaarden ontwikkeld kunnen worden. Dit is noodzakelijk om de individuele digital twins te kunnen integreren en zo de NDT te vormen. Het IMF bestaat uit drie onderdelen, namelijk [24]:

- Het **Foundation Data Model (FDM)**: een gemeenschappelijk beeld van hoe de wereld van digital twins eruit ziet, oftewel een consistente, duidelijke ontologie voor het digital twin ecosysteem. Dit model bevat de onderlinge relaties tussen concepten.
- De **Reference Data Library (RDL)**: een gemeenschappelijke set van classificaties en eigenschappen, oftewel een gedeelde taal om de digital twins te kunnen beschrijven. Deze bibliotheek bevat de definities van concepten, alsook mogelijk verschillende manieren om concepten te beschrijven.
- De **Integration Architecture (IA)**: het digitale systeem dat de digital twins aan elkaar kan verbinden. Het gaat hierbij om de protocollen voor het delen van data, het ontwikkelen van modellen, het opstellen van query's en het interpreteren van modeluitkomsten.

Onderdeel van het NDT-programma van de DFTG is het bepalen aan welke eisen digital twins moeten voldoen, bijvoorbeeld met betrekking tot de minimale informatie die digital twins

moeten bevatten om deel uit te kunnen maken van de NDT [24]. Om circulariteit in de bouw te kunnen realiseren is het in ieder geval van belang dat digital twins informatie over de gebruikte onderdelen, materialen en grondstoffen bevatten. Ook is het van belang dat er informatie aan de digital twin gekoppeld kan worden over het moment van renovatie, vervanging of sloop, waarbij materialen vrijkomen of juist benodigd zijn.

Dataverzameling

De digital twins zullen gecreëerd worden door actoren die over de data beschikken om een digital twin van een bepaald object, proces of systeem te maken. Om welk type actor het hier gaat, wordt nog niet gespecificeerd (gaat het hier bijvoorbeeld om een opdrachtgever, een architect, een aannemer of de uiteindelijke beheerder?). Er wordt binnen deze strategie dus gebruik gemaakt van datalevering door verschillende, verspreide dataleveranciers. Deze leveranciers worden verantwoordelijk gehouden voor de kwaliteit van de data. Hier worden bij de vorming van het IMF richtlijnen voor ontwikkeld. Deze leveranciers, oftewel de eigenaren van de digital twins, kunnen zelf bepalen met wie ze welke data willen delen door het toekennen van autorisatie aan bepaalde gebruikers.

Het idee van deze strategie is dat het door het gebruik van gedeelde kaders en standaarden (zoals vastgelegd in het IMF) niet noodzakelijk is om de data vanuit verschillende bronnen samen te voegen tot één grote, centrale database. In plaats daarvan kan de data gedistribueerd beheerd worden en via de gemeenschappelijke protocollen uit de Integration Architecture opgehaald en geanalyseerd worden.

De manier waarop de data in de vorm van een digital twin vastgelegd wordt, is nog niet gespecificeerd. Wel wordt aangegeven dat dit voort kan bouwen op BIM [25]. De standaarden voor het creëren van digital twins zullen vastgelegd worden in de RDL. In eerste instantie zal er gebruik gemaakt worden van zogenaamde transformatie- en validatie 'engines' die de digital twin die gepubliceerd wordt door een data-eigenaar compatibel maken met de RDL en het FDM. De transformatie-engine zorgt ervoor dat de data in de juiste formats gezet wordt en de validatie-engine controleert of de digital twin aansluit bij de gestelde kaders zoals gedefinieerd in de RDL en het FDM. Waar de data eigenaar de datakwaliteit m.b.t. de inhoud beoordeelt, vormt deze validatie-engine een manier om de technische kwaliteit van de data te controleren (gebruik van het juiste format etc.). Er wordt gehoopt er op termijn invloed uitgeoefend kan worden op data-eigenaren zodat zij zelf de standaarden en protocollen uit het IMF zullen volgen en deze engines uiteindelijk niet meer nodig zijn.

Databeheer

De digital twins worden gedistribueerd opgeslagen. Zoals genoemd wordt is het niet duidelijk om welk type actor dit gaat, en of dit gedurende de levenscyclus van het betreffende fysieke asset overgedragen wordt aan een andere actor. Het zou ook zo kunnen zijn dat actoren ervoor kiezen om dit uit te besteden aan een derde partij die de benodigde software ontwikkeld en de digital twins kan beheren. Een mogelijkheid is het gebruik van platforms zoals het Google Cloud Platform [26] of het Amazon Web Services Cloud Computing Platform. Er zal een omschrijving van de beschikbare digital twins opgenomen worden in een nationale catalogus waarin gebruikers kunnen vinden welke digital twins er beschikbaar zijn en welke informatie deze twins omvatten.

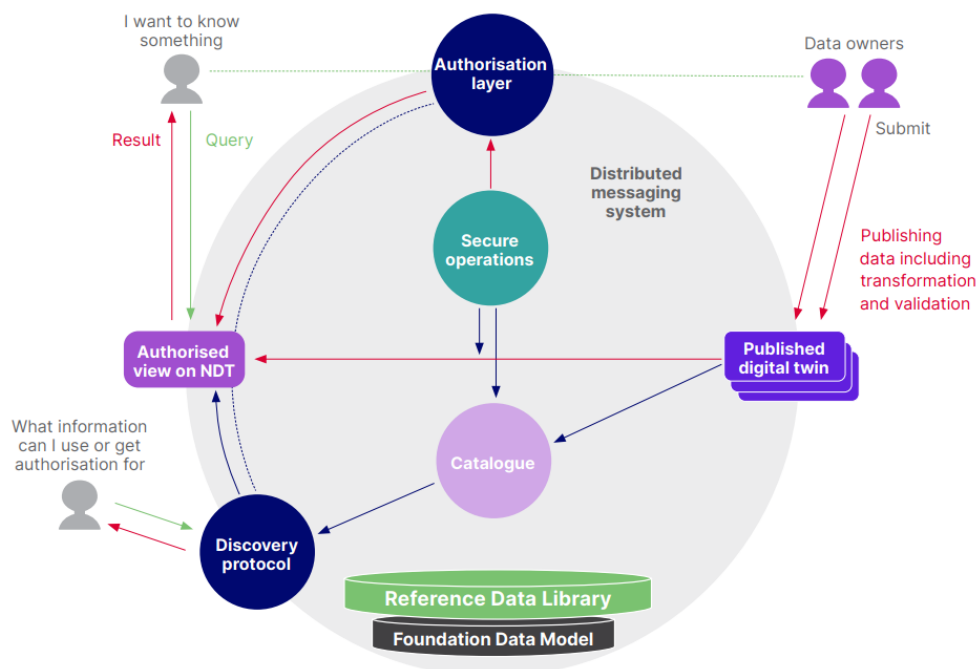
Objecten, processen en systemen zullen gedurende hun levenscyclus aan veranderingen onderhevig zijn. De data-connectie die fysieke twins met hun digital twin verbindt, zorgt ervoor dat veranderingen in de fysieke variant direct verwerkt worden in de digital twin (bijvoorbeeld door real-time metingen middels sensoren). Dit lijkt vooral toepasbaar bij onderdelen die monitoring nodig hebben of al elektronisch werken (bijv. een tunnelventilatiesysteem). Voor 'passieve' materialen of bouwonderdelen (bijv. betonblokken) is wellicht het gebruik

van RFID-tags of barcodes logischer in plaats van een continue aansluiting op het internet zoals bij IoT. Deze kunnen gescand worden wanneer er onderdelen vervangen of gesloopt worden, waarbij de wijziging dan door wordt gevoerd in de digital twin. Op deze manieren wordt de digital twin up-to-date gehouden.

In hoeverre historische data opgeslagen zal moeten blijven en hoe dit georganiseerd kan worden, is één van de vragen waar de DFTG zich gedurende de ontwikkeling van het IMF over zal buigen. Ook zal de DFTG zich richten op het vormen van richtlijnen voor het beveiligen van data. Dit is van essentieel belang, gezien het over vitale infrastructuren gaat.

Datagebruik

Gebruikers zullen op het moment dat ze een informatievraag hebben middels een query's data kunnen ophalen vanuit de NDT via een interface. Met één query kan informatie afkomstig van meerdere, verspreide digital twins uit het ecosysteem aangeroepen worden. Gebruikers merken hier niets van: voor hen lijkt het alsof zij uit één grote, centrale database putten. De Integration Architecture, één van de onderdelen van het IMF, specificeert de protocollen die dit proces vormgeven. De onderdelen van deze IA zijn weergegeven in Figuur 4. Data-eigenaren leveren de digital twins aan, die voor publicatie getransformeerd en gevalideerd worden door middel van de *transformation* en *validation*-engines. De data-eigenaren bepalen via de autorisatielaag welke gebruikers data over hun digital twin kunnen zien. In het discovery protocol wordt vastgelegd hoe data uit de verspreide digital twins 'gevonden' kan worden. Ook kunnen gebruikers via het discovery protocol zien welke informatie de NDT bevat (zoals gespecificeerd in de catalogus). Gebruikers halen de gewenste informatie op met een query. Dit zal, zeker wanneer er beroep wordt gedaan op meerdere, verspreide digital twins aanzienlijke rekenkracht vereisen. Om o.a. query parallelisatie mogelijk te maken, zal er een ondersteunend query protocol opgesteld worden. Het distributed messaging-systeem is bedoeld om parameters en resultaten met de digital twins in het ecosysteem alsook het RDL te kunnen delen. Hiermee wordt het RDL continu geüpdatet.



Figuur 4 Elementen van de Integration Architecture (bron: CDBB (2020). *The pathway towards an Information Management Framework: A 'Commons' for Digital Built Britain*)

De belangrijkste meerwaarde van het gebruik van digital twins is de mogelijkheid om de effecten van interventies of omgevingsfactoren te analyseren door simulaties en zo de besluitvorming gedurende de levenscyclus van assets in de gebouwde omgeving te verbeteren. Dit kan op het niveau van een individuele digital twin en naarmate het ecosysteem uitbreidt ook op industrie-, regio- of zelfs nationaal niveau.

Proces

Het trekkende orgaan in deze casus is het CDBB, een partnerschap tussen de centrale overheid en Cambridge University. De rol van dit centrum in de ontwikkeling van een NDT is vooral sterk in de beginfase van het proces. Het CDBB richt zich op het vormen van de gemeenschappelijke standaarden en protocollen voor het IMF die nodig zijn om tot een NDT te komen. Van de RDL zal het CDBB een basisvariant ontwikkelen. Het idee is dat deze basisvariant continu aangevuld zal worden vanuit de sector (voortschrijdende kennis, nieuwe ontwikkelingen, etc.). De gemeenschappelijke kaders worden dus aangereikt door het CDBB, maar het ontwikkelen van de benodigde platforms (software om digital twins te creëren, interface om informatie uit de NDT op te halen, etc.) zal overgelaten worden aan de markt. Wel zal het CDBB een pilot ontwikkelen om de validiteit en werkbaarheid van de voorgestelde protocollen en standaarden aan te tonen. De overheid is in deze casus dus partner binnen het trekkende orgaan van de strategie en heeft hiermee een initiërende en demonstrerende rol. Ze draagt bij aan het formuleren van de kaders die noodzakelijk zijn voor de uitvoering van de strategie en demonstreert de werking ervan middels een pilot.

Het CDBB stelt de gemeenschappelijke kaders op in samenwerking met experts en met de sector. Zo wordt er bijvoorbeeld samengewerkt met het Alan Turing Institute, het nationale instituut voor data science en artificial intelligence. Ook is in 2019 de Digital Twin hub gelanceerd: een online community waar early adopters van digital twins van elkaar kunnen leren en waar ondersteuning geboden wordt in de vorm van workshops, Digital Twin Talk video's, etc. Inzichten die hier worden opgedaan, kunnen gebruikt worden in de verdere ontwikkeling van het IMF.

Om waarde te creëren is het van belang dat de NDT bestaat uit een substantiële hoeveelheid digital twins die verbonden kunnen worden. Een grote uitdaging hierbij is het meekrijgen van de spelers in de gebouwde omgeving: men moet de meerwaarde van het gebruik van digital twins inzien én zich willen conformeren aan de door het CDBB gestelde kaders. Het CDBB zet zich in om het gebruik van digital twins en de meerwaarde van een NDT te promoten.

Doordat er bij deze strategie gebruik wordt gemaakt van een gedistribueerde aanpak in plaats van opslag in één centrale database, wordt de informatielast binnen deze strategie in principe verdeeld. Het kan echter zo zijn dat er alsnog een substantiële informatielast bij één partij komt te liggen, bijvoorbeeld wanneer een beheerder van veel verschillende objecten in de gebouwde omgeving de bijhorende digital twins in eigen beheer heeft. De kosten blijven bij deze strategie beperkt doordat de ontwikkeling van de benodigde platforms aan de markt overgelaten wordt. In theorie is deze strategie schaalbaar naar internationaal niveau, mits in andere landen van hetzelfde IMF uitgegaan wordt.

3.1.3 National Materials Datahub

Een ander initiatief waar op dit moment aan gewerkt wordt, is de ontwikkeling van een National Materials Datahub (NMDhub). Dit project is een samenwerking tussen het Office for National Statistics, het Ministerial Department for Business, Energy and Industrial Strategy, het Ministerial Department for Environment, Food & Rural Affairs en het publiek-private samenwerkingsverband Resource Recovery from Waste (RRfW). Het project is opgestart

naar aanleiding van een onderzoek naar materiaalstromen dat is uitgevoerd in opdracht van het Ministerial Department BEIS. Dit onderzoek toonde aan dat het gebrek aan data over de beschikbaarheid van herbruikbaar materiaal en grondstoffen ervoor zorgt dat mogelijkheden tot hoogwaardig hergebruik onvoldoende in kaart gebracht kunnen worden. De ontwikkeling van een NMDhub, een databank waar informatie over materialen en materiaalstromen in opgenomen wordt, kan hier verandering in brengen. Het toepassingsgebied van deze hub is breder dan enkel materiaalstromen in de bouwsector: het uiteindelijke doel dan ook om de hub uit te rollen over alle sectoren. Het project bevindt zich op dit moment nog in de opstartfase. De NMDhub zal gedurende de komende 10 tot 12 jaar ontwikkeld worden. De ontwikkeling wordt opgedeeld in vier fases [27]:

- **Stage 1 | Discovery – data sharing and policy, legislative and incentive schemes (2020-2022):** Feasibility programme preparing a plan to enable hub through policy and legislation and gain clarity on data availability.
- **Stage 2 | Early Adopters (2022-2024):** Using test environments to pilot and adjust concept development with industry and government stakeholders for 5-6 materials.
- **Stage 3 | Rollout and build (2024-2029):** Incremental expansion to test development across industries and government department for all materials.
- **Stage 4 | Commission (2029-2030):** Commissioning of the finished NMDhub.

Onderdeel van de ontwikkeling is het bepalen voor welke type materialen en onderdelen de prioriteit voor een NMDhub het hoogst is, zodat hier het eerst op ingezet kan worden. Ook zal tijdens de ontwikkeling bepaald worden welke functionaliteiten de NMDhub precies dient te hebben (is het bijvoorbeeld nodig om real-time data over voorraden en materialenstromen te hebben?). In latere fases van de ontwikkeling zal de NMDhub uitgebreid zodat alle materiaalsoorten opgenomen kunnen worden en de NMDhub voor alle sectoren te gebruiken is.

Fundamentele datastrategie

Het idee achter de ontwikkeling van een NMDhub is het wegnemen van de data-gerelateerde belemmeringen die de noodzakelijke gedragsverandering voor het realiseren van een circulaire economie in de weg staan. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een gebrek aan gestandaardiseerde dataverzameling over materiaalstromen en een gebrek aan inzicht in de kwaliteit van gerecyclede materialen. Uit een onderzoek van RRfW bleek dat de industrie behoefte heeft aan ondersteuning vanuit de overheid om in te spelen op de kansen die een circulaire economie biedt en daarmee duurzamer gebruik te kunnen maken van materialen [28].

Het focus van de strategie ligt bij het toepassen innovatieve data science technieken om beter gebruik te kunnen maken van bestaande data en informatie en om een datahub vorm te geven waarmee een duurzame toekomst voor het VK gerealiseerd kan worden. Met een NMDhub kunnen nieuwe indicatoren gemeten worden die inzicht verschaffen in het hergebruik van materialen. Dit kan de overheid en de markt ondersteunen in beleidsvorming en het ontwikkelen van duurzaamheidsstrategieën. De lange termijnvisie voor de NMDhub is "to provide the UK 1st single version of truth for materials information in the UK, open for public good" [29].

Volgens het RRfW, één van de projectpartners, moet de NMDhub informatie bevatten over:

- Voorraden en stromen van materialen en producten gedurende de hele levenscyclus: van extractie tot fabricage, consumptie en 'end-of-use' management, inclusief hergebruik, reparatie, herproductie, recycling, gecontroleerde opslag en energie en energierugwinning;

- De volumes van voorraden en stromen alsook de kwalitatieve en technische eigenschappen, locatie en timing;
- Economische, sociale en milieugerelateerde kosten en baten van materialen en producten in elke fase van de levenscyclus.

Dataverzameling en -beheer

Eén van de acties die gedurende de eerste fase van ontwikkeling plaats zal vinden, is het ontwerpen van compatibele systemen voor de verzameling en opslag van data. Dit zal in samenwerking met verschillende stakeholders gebeuren (overheid, industrie etc.). Bij de verzameling van data kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van nieuwe, interactieve technologieën voor het traceren van afval en daarmee inzicht kunnen geven in afvalstromen. Hoe het dataverzamelingsproces precies vorm zal krijgen (bijv. welke databronnen er gebruikt zullen worden, of de organiserende partijen zelf actief de data gaan verzamelen of de data laten aanleveren door derden, welke standaarden er gehanteerd zullen worden), is dus nog niet duidelijk. Dit geldt ook voor de manier waarop de data opgeslagen en beheerd zal worden: tijdens de ontwikkeling van de NMDhub zal hier in samenwerking met verschillende stakeholders over nagedacht worden.

Datagebruik

De NMDhub zal te gebruiken zijn door de industrie en overheid. De hub zal dienen als platform waar data over afvalstromen binnen en tussen verschillende sectoren en overheidsdepartementen heen gedeeld kan worden. Hoe het proces van datadeling ingericht zal gaan worden, is nog niet duidelijk.

A datahub on materials could be a valuable source of missing data on material stocks and flows outside the waste sector and provide a platform to exchange data on waste flows with other departments.

Proces

Deze datastrategie is een overheidsinitiatief. De overheidsinstanties die betrokken zijn bij deze datastrategie, namelijk het Office for National Statistics, het Ministerial Department for Business, Energy and Industrial Strategy, en het Ministerial Department for Environment, Food & Rural Affairs nemen samen met het publiek-private samenwerkingsverband Resource Recovery from Waste (RRfW) een initiërende, demonstrerende en uitvoerende rol aan gedurende de ontwikkeling van de NMDhub. Zij houden zich verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de NMDhub en zullen na de pilotfase ook de daadwerkelijke uitrol van de NMDhub op zich nemen. Stakeholders vanuit andere overheidsdepartementen en vanuit het veld zullen geconsulteerd worden, onder andere over de functionaliteiten van de NMDhub, de materialen die prioriteit dienen te krijgen, de ontwikkeling van de benodigde systemen (voor o.a. dataverzameling en opslag), en benodigde regulering om beter gebruik van materialen mogelijk te maken. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan gestandaardiseerde rapporteringsmechanismen voor alle materiaalsoorten en afval die ofwel verplicht ofwel gestimuleerd kunnen worden middels belastingvoordelen [27].

Het ontwikkelen van de NMDhub zal een substantiële investering vereisen, die bij de trekende partijen lijkt te liggen. Er wordt echter verwacht dat deze investering niet op zal wegen tegen de voordelen van de ontwikkeling van de NMDhub in de vorm van economische groei, werkgelegenheid, verminderde uitstoot van broeikasgassen, het behoud van natuurlijk kapitaal, een verhoogde productiviteit van hulpbronnen en het voorkomen van materiaaltekorten.

Het idee is dat de NMDhub een sector-overstijgende, nationale databank wordt. Het gaat dus in principe om een schaalbaar concept. Het gebruik van standaarden is hiertoe echter

wel noodzakelijk. Eventuele uitrol naar andere landen vereist dat de gehanteerde standaarden op internationaal niveau geadopteerd worden.

3.1.4 Voorbeelden van marktinitiatieven

SmartWaste

Ook vanuit de markt worden er verschillende initiatieven ondernomen om toe te werken naar een circulaire economie. Een voorbeeld hiervan is *SmartWaste*. SmartWaste is een initiatief van het Building Resource Establishment (BRE), een onderzoeksinstituut voor de bouw. SmartWaste is een online platform waar bouwbedrijven op projectniveau inzicht kunnen krijgen in de milieu impact van hun bouw-, sloop en renovatieprojecten aan de hand van verschillende indicatoren. Het gaat hierbij om indicatoren in het kader van afvalproductie, materiaalgebruik, watergebruik, energiegebruik, transport, biodiversiteit, rapporteren en overige indicatoren (bijv. uren van werknemers, incidenten, etc.). Naast de mogelijkheid tot monitoring en benchmarking biedt het platform tevens aanknopingspunten om de milieu impact van projecten te verminderen, bijvoorbeeld door middel van een geografisch informatiesysteem dat de meest optimale oplossing voor het duurzaam verwerken van afval zoekt.

Gegevens kunnen handmatig ingevoerd of automatisch geüpload worden door de partijen die betrokken zijn bij een bouwproject. De data worden opgeslagen op het SmartWaste platform. Datagebruikers zijn bouwbedrijven, aannemers en opdrachtgevers. Via het platform kunnen zij data inzien en gebruiken voor rapportering en analyse. SmartWaste is niet gericht op datadeling tussen verschillende projecten, tenzij het om projecten gaat die uitgevoerd worden door eenzelfde bedrijf.

Digitale marktplaatsen

Andere voorbeelden van initiatieven vanuit de markt zijn digitale marktplaatsen voor bouwonderdelen en -materialen zoals *Enviromate*, *Surplusmatch* en *Flooringwaste* (specifiek voor vloermateriaal). Op deze platformen worden vraag en aanbod naar gebruikte onderdelen, materialen en grondstoffen bij elkaar gebracht. Particulieren en bedrijven kunnen advertenties plaatsen waarin zij gebruikte onderdelen, materialen en grondstoffen aanbieden of vragen.

3.1.5 Relevantie van de casus voor de CE-datastrategie van RWS

De genoemde strategieën en initiatieven dragen op verschillende manieren bij aan het realiseren van een circulaire economie. Zo kunnen materiaalstromen met de NDT-strategie, de NMDhub en met het platform SmartWaste (op projectniveau) in kaart gebracht worden. De online marktplaatsen zijn gericht op het bij elkaar brengen van vraag en aanbod naar onderdelen en materialen, waartoe de NDT-strategie en de NMDhub als platforms voor het delen van data ook ingezet zouden kunnen worden. Daarnaast biedt het gebruik van digital twins in de NDT-strategie mogelijkheden om de levensduur van objecten, onderdelen en materialen te verlengen.

De geschetste NDT-strategie uit deze casus lijkt toepasbaar voor de Nederlandse bouwsector, zeker gezien er al in enige mate gebruik wordt gemaakt van digital twins. Om tot een ecosysteem te komen waarin vraag en aanbod van onderdelen en materialen beter op elkaar afgestemd kunnen worden, is het echter wel noodzakelijk om tot gemeenschappelijke kaders in de vorm van standaarden en protocollen te komen. Hierbij kan voortgebouwd worden op het programma van het BTIC, waar het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat mede-initiatiefnemer van is. De programmaliijn 'Digital Twins' omvat bijvoorbeeld al de ontwikkeling van een blauwdruk voor de typologie van digital twins voor de gebouwde omgeving en

het ontwikkelen en valideren van uniforme afspraken voor het vastleggen, structureren, koppelen en delen van assetdata. Via deze programmalijn zou RWS als partij bij kunnen dragen aan de vorming van dergelijke gemeenschappelijke kaders. Ook kan RWS een rol spelen bij de verdere uitrol van de strategie door haar inkoopkracht in te zetten om het gebruik van digital twins in de GWW-sector te stimuleren.

Implementatie van deze NDT-strategie houdt in dat er keuzes gemaakt moeten worden omtrent de verantwoordelijkheden voor het creëren, opslaan en beheren van digital twins, waar in het VK nog geen duidelijke richtlijnen over gepresenteerd zijn. Gezien het feit dat RWS een grote hoeveelheid objecten beheert, kan het zo zijn dat deze strategie een aanzienlijke informatielast voor RWS inhoudt indien een digital twin eveneens bij de beheerder van het fysieke object opgeslagen wordt. Wel is een groot voordeel van het gebruik van digital twins dat de digital twin direct in verbinding staat met zijn fysieke variant en daarmee in principe automatisch up-to-date blijft.

Het ontwikkelen van een databank voor materialen zoals de NMDhub in het Verenigd Koninkrijk vergt een aanzienlijke inspanning van de organiserende partijen. De dataverzameling van de NMDhub, een centrale database, wordt namelijk centraal georganiseerd door enkele overheidsinstanties. De implementatie van een soortgelijke strategie betekenen zou voor RWS, indien RWS hierin een organiserende rol in zou nemen, een zekere informatielast opleveren. Er bestaat echter al een vergelijkbaar initiatief in Nederland, namelijk Bouwmaterialen in Beeld van TNO. Deze database brengt de beschikbare materialen in de gebouwde omgeving in kaart en op basis van het BoB-model kunnen prognoses worden gedaan m.b.t. vraag en aanbod (materialenstromen) in de regio (zie ook paragraaf 2.2). RWS zou op dit initiatief in kunnen spelen door het raadplegen van deze database te stimuleren in haar aanbestedingen om waar mogelijk gebruik te maken van beschikbare materialen in de omgeving.

3.2 Duitsland - Bouwsector

3.2.1 Context

De bouwsector is een belangrijke sector voor Duitsland, met een aandeel van 14% in het bruto binnenlands product in 2018. Hierbij is het aandeel van vastgoed 9,4% en is het aandeel van de andere sub-sectoren in de bouw 4,6%. Het aantal werkzame personen in de bouw is gegroeid van 2,9 miljoen in 2010 naar 3,9 miljoen in 2018. Daarnaast is het aantal bedrijven in de bouw gestegen van 536.874 in 2010 naar 655.109 bedrijven in 2018 [30]. Er zijn een aantal grote bouwbedrijven in Duitsland, waaronder Bauer Group, Bilfinger, Hochtief, Max Bögl Group en Strabag en Stumpf Group.

Investerings in infrastructuur bedroegen in 2017 slechts 0,6% van het bbp. Hiervan gaat het grootste gedeelte naar wegeninfrastructuur en het spoor. De investeringen in waterinfrastructuur bedragen een klein gedeelte. De overheid wil tot en met 2030 volgens de strategie in het *Bundesverkehrswegeplan* €269,9 miljard euro investeren in infrastructuur, waarvan 49% naar federale hoofdwegen gaat en 9% naar waterinfrastructuur.

Een belangrijke recente ontwikkeling in de bouwsector in Duitsland is dat er meer nadruk is komen te liggen op het recyclen van bouw- en sloopafval. In 2016 werd er 22,8 miljoen ton aan bouw- en sloopafval geproduceerd, een aandeel van 54,1% van al het geproduceerde afval in Duitsland. Door een tekort aan stortplaatsen voor het afval is er een geavanceerd afvalmanagementsysteem ontwikkeld om materialen beter te kunnen sorteren, behandelen en recyclen. Hierdoor is in 2016 88% van het bouw- en sloopafval gerecycled. Verder is er toenemende focus op de circulaire economie en om afvalmanagement te transformeren naar resource management. Hiervoor is bijvoorbeeld het initiatief *Kreislaufwirtschaft Bau* opgezet,

waarbij monitoringsrapporten worden gepubliceerd en belangrijke stakeholders in de bouw bij elkaar worden gebracht.

3.2.2 BIM en DGNB Navigator

Het Ministerie van Transport en Digitale Infrastructuur (BMVI) stimuleert digitalisering en het gebruik van Building Information Modelling (BIM) voor de gehele toeleveringsketen in de bouw. In 2015 werd de Road Map for Digital Design and Construction opgesteld door 'planen-bauen 4.0, in opdracht van het Ministerie van Transport en Digitale Infrastructuur (BMVI), waarin uiteengezet wordt hoe BIM als standaard tool gebruikt kan worden voor alle federale infrastructuurprojecten in 2020 [31]. In 2018 werd BIM bij een derde van alle bouwprojecten van meer dan €25 miljoen gebruikt. Volgens de roadmap moet BIM eind 2020 bij alle infrastructuurprojecten worden toegepast. Daarnaast is er ook een initiatief vanuit de industrie om digitalisering in de bouw te simuleren, *Planen und bauen 4.0 GmbH* [32].

De doelstelling van de Duitse overheid en de bouwindustrie is om digitaal ontwerpen en bouwen de nationale standaard te maken met behulp van BIM. Hierdoor kunnen actoren consistente informatie en data van constructies delen middels transparante communicatie [31]. De visie van de Duitse overheid is dat de Duitse bouwsector meer toekomstbestendig is met het toepassen van BIM. Een voordeel van BIM is dat de nauwkeurigheid van ontwerpen en van de inschattingen van kosten worden verbeterd, doordat de ontwerpen eerst virtueel worden gemaakt en gecontroleerd. Daarnaast kunnen de 'life cycle costs' worden geoptimaliseerd, door beter inzicht te verschaffen in toekomstige kosten voor onderhoud en reparaties.

Een voorbeeld van het toepassen van BIM in Duitsland is de DGNB Navigator. Het is een initiatief van de *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (German Sustainable Building Council). DGNB is een non-profit organisatie met het doel om duurzamer te bouwen. De DGNB Navigator is een database die gestructureerde informatie bevat over bouwproducten en hun eigenschappen, waarbij de nadruk ligt op duurzaamheid [33]. Door downloadbare life cycle assessment data aan te bieden, wordt het gebruik gestimuleerd van producten die geschikt zijn voor de circulaire economie. Makers van de bouwproducten leveren informatie aan, waarmee ontwerpers van bouwprojecten de juiste duurzame producten kunnen selecteren.

Fundamentele datastrategie

Om BIM goed te kunnen gebruiken, moet de data die tussen actoren wordt gedeeld compatibel zijn. De overheid schrijft voor dat alle softwaremakers gebruik maken van dezelfde gestandaardiseerde en niet-gepatenteerde formats en beschrijvingen van componenten. Hierbij verwijst de overheid naar de Industry Foundation Classes (IFC) als een internationale standaard in de bouwsector. Bij de bouw van wegen wordt de nationale 'OKSTRA' standaard gebruikt. Bij de DGNB Navigator moet de data voldoen aan de ISO standaard en toegankelijk zijn in het Engels [34]. Hierdoor is de compatibiliteit van de data gewaarborgd.

De klant van een bouwproject moet de specificaties aangeven voor de data in de 'Employer's Information Requirements' (EIR). Hierbij moet worden gespecificeerd wanneer, in hoeveel detail en in welk format de data geleverd moet worden. De data moet niet alleen geometrische informatie bevatten, maar ook andere informatie die relevant is zoals het gebruikte materiaal en de eigenschappen hiervan (isolatie, ecologische voetafdruk, etc.). In het contract moet ook worden aangegeven hoe de rechten van de digitale 3D-modellen zijn geregeld. Bij de DGNB Navigator wordt gespecificeerd voor producenten welke informatie moet worden aangeleverd. Er wordt aangegeven welke producteigenschappen relevant zijn, waarbij producenten vervolgens zelf de parameters kunnen invullen.

Er zijn vijf categorieën van producteigenschappen bij de DGNB Navigator die door producenten moeten worden ingevuld:

- Milieukwaliteit: hierbij wordt een life cycle assessment gedaan voor de impact op het milieu op het gebied van uitstoot en energieverbruik. Ook is er aandacht voor de lokale impact op het milieu, het verbruik van water en of materialen duurzaam zijn ingekocht;
- Economische kwaliteit: er wordt gekeken naar de kosten gedurende de gehele levenscyclus, waaronder ook inspectie, onderhoud en schoonmaak valt;
- Socioculturele en functionele kwaliteit: deze producteigenschap omvat aspecten die van belang zijn voor de gebruiker, zoals comfort op het gebied van warmte en akoestiek, luchtkwaliteit en veiligheid;
- Technische kwaliteit: hieronder vallen eigenschappen als isolatie, vuurpreventie, en hoe gemakkelijk het product is qua onderhoud en recylen;
- Proceskwaliteit, waarbij extra documentatie wordt geleverd over het onderhoud en de kwaliteitsborging van het bouwproduct.

In Figuur 5 is het proces weergegeven van het toepassen van BIM volgens de visie van BMVI in verschillende fases in de bouw in Duitsland. Het datamanagement wordt gedaan volgens de richtlijnen van ISO 19650 of een bijbehorende DIN-standard. Tijdens de ontwerp- en bouwphase wordt de data conform de EIR verstrekt. De rode stippen in de figuur geven aan waar er data van de producent aan de klant wordt verstrekt.



Figuur 5 Illustratie van het BIM-proces in Duitsland volgens de visie van BMVI (bron: [BMVI, 2015](#)).

Dataverzameling en -beheer

Volgens de visie van het Duitse Ministerie van Transport en Digitale Infrastructuur wordt de data voor BIM aangeleverd door verschillende actoren in de waardeketen. Alle data die aangeleverd wordt moet gebaseerd zijn op digitale 3D-modellen. Er moet worden gecontroleerd of de data voldoet aan de EIR-standaarden, waarbij de klant (veelal de publieke sector) contractueel de standaarden moet vaststellen zodat de actoren ook zelf de data kunnen controleren en verbeteren. Bij het bouwproces moet er een gezamenlijke dataomgeving worden ingericht, waar alle actoren toegang tot hebben. Deze omgeving bevat alle gegenereerde data uit het ontwerp- en bouwproces. De dataomgeving moet worden ingericht volgens de ISO 19650 standaard. Op basis van deze ISO-standaard wordt er een CEN- en DIN-standaard ontwikkeld.

De database van de DGNB Navigator wordt door DGNB zelf beheerd. Producenten van bouwproducten leveren aan DGNB gestandaardiseerde informatie over de duurzaamheid van deze producten [35]. Deze data moet volgens een bepaald format aangeleverd, die voldoet aan de ISO-standaard. Hierbij kunnen de producenten ook foto's aanleveren van het product. Vervolgens controleert DGNB of de data op de juiste manier is aangeleverd, plausibel is en compleet is. Als bepaalde data mist of incorrect is, verzoekt DGNB aan de producent om de data aan te passen [36]. Producenten kunnen de opgegeven data ook uit eigen initiatief aanpassen, waarbij ze dit wel nadrukkelijk moeten melden bij DGNB. De data van bouwproducten blijven in principe voor onbepaalde tijd in de DGNB Navigator [36]. Beide partijen kunnen echter de overeenkomst beëindigen met een opzegtermijn van zes maanden.

Datagebruik

De data van de DGNB Navigator is gratis toegankelijk voor gebruikers. De organisatie behoudt zich echter het recht voor om in de toekomst mogelijk wel een vergoeding te vragen van gebruikers. Om gebruik te kunnen maken van de data moeten gebruikers zich registreren op de website. Het is gebruikers niet toegestaan om de data door te verkopen aan derden of op te slaan in een andere database. Met filters en queries kunnen gebruikers bepaalde informatie opvragen. Ook kan er van bouwproducten een document worden gedownload waarin de producteigenschappen zijn uitgewerkt. Gebruikers kunnen ook additionele informatie zoals een CAD tekening downloaden en kunnen via de database contact opnemen met de producent.

Proces

Bij de implementatie van BIM in de bouwsector in Duitsland is een belangrijke rol weggelegd voor de publieke sector. Volgens de roadmap moeten klanten van bouwprojecten in de publieke sector algemene formats maken met de vereiste specificaties van de digitale modellen. Deze formats moeten worden ontwikkeld voor verschillende typen bouwprojecten. De DGNB Navigator sluit aan op de visie van de roadmap, aangezien de formats worden aangeleverd met de vereiste specificaties die producenten moeten opgeven. De overheid speelt echter geen belangrijke rol binnen de datastrategie. Door de inrichting van de database is deze wel schaalbaar. De aangeleverde data wordt volgens de ISO standaarden aangeleverd en in het Engels, waardoor het ook internationaal schaalbaar is.

3.2.3 OKSTRA

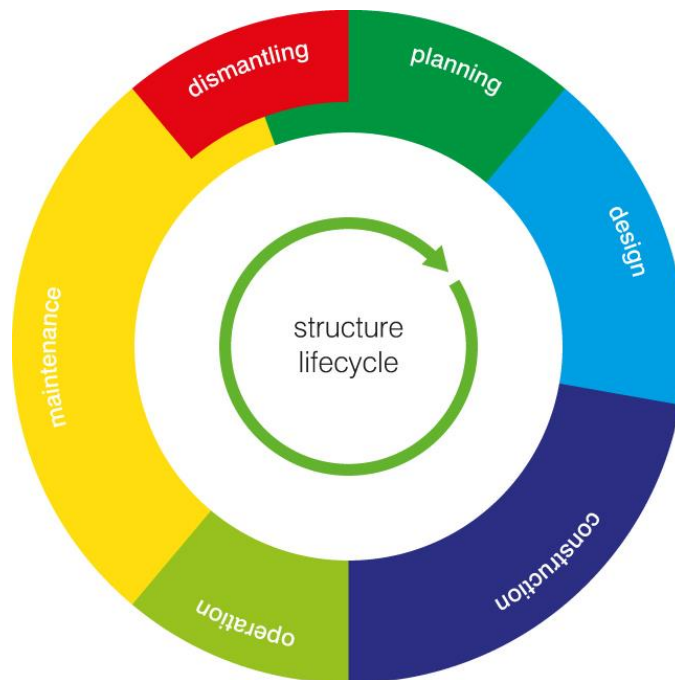
Naast de DGNB Navigator voor de bouwsector, is er ook de OKSTRA (*Objectkatalog für das Strassen- und Verkehrswesen*) in Duitsland. Deze catalogus is een database met objecten binnen wegen en transport, opgezet door het Ministerie van Transport in 2000. De database wordt gecoördineerd door een werkgroep van de overheid (de FG OKSTRA) en de leiding is in handen van het federaal onderzoeksinstituut voor snelwegen, BAST (*Bundesanwalt für*

Strassenwesen) [37]. Door het Ministerie van Verkeer en Digitale Infrastructuur (BMVI) is de OKSTRA als landelijke standaard ingevoerd [38].

Fundamentele datastrategie

Het doel van de OKSTRA is om een goed algemeen beeld te krijgen van de objecten binnen de wegen en transport en om een format op te stellen om data uit te wisselen tussen de verschillende actoren en softwareapplicaties in het vakgebied. De visie is dat de OKSTRA zorgt voor een uniforme implementatie van bestaande en toekomstige IT-processen in de wegebouwadministratie en dat het zorgt voor een goede informatiestroom tussen de processtappen, van planning tot ontwikkeling.

In Figuur 6 is het proces weergegeven van het ontwerpen, bouwen en beheeren van federale wegen weergegeven. De insteek van de overheid is om dit proces circulair te maken. Om dit te bewerkstelligen en materialen te hergebruiken, is er gestandaardiseerde informatie nodig die tijdens de verschillende processtappen wordt gebruikt. Als dit niet het geval was, zou de data in elke stap handmatig moeten worden aangepast. In de gestandaardiseerde data moeten identieke namen en structuren van de informatie worden gebruikt, waarbij de informatie wordt opgeslagen in objecten. Zulke objecten zijn objecten die fysiek ook meetbaar zijn, zoals een weg, boom, verkeersbord of een netwerkknooppunt.



Figuur 6 Procesketen OKSTRA (bron: [BAST](#))

De database is publiekelijk toegankelijk op de website en wordt continu verder ontwikkeld. De OKSTRA is open source, dus eenieder kan een verzoek indienen om de database op een bepaalde manier te veranderen. Deze verzoeken worden in behandeling genomen door de werkgroep en als er geen bezwaren zijn, worden deze veranderingen doorgevoerd in de nieuwe versie van OKSTRA. Een overzicht van de aanpassingen aan de database is beschikbaar op de website.

Dataverzameling en -beheer

De data over de weginfrastructuur in de OKSTRA omvat meerdere categorieën. Voor elke categorie is een format opgesteld voor de data. Alle data wordt vervolgens opgeslagen in een centraal XML-bestand, zodat de data universeel gebruikt kan worden. Er zijn 41

categorieën, met 2.800 typen en bijna 14.000 attributen [39]. Het federaal onderzoeksinstituut voor snelwegen (BAST) beheert de data. Voor het verzamelen van de data worden GML en ISO standaarden gebruikt.

Datagebruik en proces

De OKSTRA is voor iedereen gratis toegankelijk online. De data wordt gebruikt door de verschillende wegebouwbedrijven, transportautoriteiten en de verschillende deelstaten. Er zijn verschillende functies en softwarepakketten die gebruikt kunnen worden. Gebruikers kunnen bijvoorbeeld objecten en de relaties tussen objecten bekijken en objecten aanpassen. Daarnaast kan de data geconverteerd worden tussen XML en CTE, kan de data worden aangepast en grafisch worden gevisualiseerd.

De overheid heeft een organiserende en sturende rol bij de OKSTRA, middels de BAST en de FG OKSTRA. Er wordt gegarandeerd dat er met het gebruik van OKSTRA geen data verloren gaat tussen verschillende softwareproducten die worden gebruikt bij het ontwerpen en onderhouden van wegen [39].

3.2.4 Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS

De geanalyseerde voorbeelden zijn erop gericht om bij te dragen aan een circulaire economie in Duitsland. De DGNB Navigator is erop gericht om de bouwsector duurzamer te maken. Dit wordt gedaan door makers van bouwproducten en ontwerpers van gebouwen bij elkaar te brengen en het inzichtelijk te maken voor ontwerpers hoe zij de producten kunnen gebruiken om duurzaam te bouwen. De focus van OKSTRA ligt bij het circulair maken van de wegebouw en transport en om hier een overzicht van objecten te hebben zodat de verschillende actoren gemakkelijk data kunnen uitwisselen.

Er zijn vergelijkbare initiatieven met de DGNB Navigator en OKSTRA in Nederland. De Concepten Bibliotheek (CB-NL) is een initiatief van de Bouw Informatie Raad (BIR) om informatie te hebben over de gebouwde omgeving gedurende de hele levenscyclus voor BIM-processen [40]. Net als de DGNB Navigator is het idee dat deze database gratis online toegankelijk wordt. Echter, het verschil is dat er bij CB-NL geen nieuwe objectenbibliotheek wordt gecreëerd, maar een intermediair tussen bestaande bibliotheken. In vergelijking met een centrale objectenbibliotheek reduceert dit de kosten en informatielast, maar zou het ook kunnen leiden tot versnippering van de data.

OKSTRA is een Object Type Library (ODT), een dataset met gestandaardiseerde namen van object types en eigenschappen of specificaties [41]. OTL-RWS is ook een Objecttypenbibliotheek voor BIM-projecten. In een onderzoek gefinancierd door het Duitse federale onderzoeksinstituut voor snelwegen (BAST) is de OKSTRA gekoppeld aan OTL-RWS en CB-NL, met wat aanpassingen aan het dataformat van OKSTRA [42]. Door het koppelen van nationale objectenbibliotheeken kunnen er internationale analyses worden gemaakt van data over wegen en verkeer. RWS zou data kunnen delen met BAST in Duitsland en op deze manier internationaal samenwerken om de circulaire economie in de wegebouw te versterken.

3.3 Internationaal – Bouwsector

3.3.1 Context

De ambitie om een duurzame, circulaire bouwsector te realiseren wordt ook op Europees niveau uitgesproken. In 2012 publiceerde de Europese Commissie de *Communication Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises*. Dit document is onderdeel van het Europe 2020 initiatief en focust op vijf gebieden die van

belang zijn voor een duurzame groei van de sector. Het efficiënt gebruiken van hulpbronnen is er daar één van. Ook in het nieuwe *Circular Economy Action Plan* dat dit jaar is uitgebracht krijgt de bouwsector specifieke aandacht. De bouwsector is namelijk verantwoordelijk voor 50% van het materiaalgebruik en 35% van de afvalproductie in Europa. Grondstofwinning, de productie van bouwproducten, bouw en renovatie zijn bovendien goed voor 5 tot 12% van de totale broeikasgasemissies op nationaal niveau. Er wordt geschat dat efficiënter materiaalgebruik deze emissies met 80% kan verminderen [43].

De aandacht voor circulariteit in de bouw neemt dus toe. Andere ontwikkelingen in de Europese bouwsector betreffen de digitalisering van de sector (bijv. toenemend gebruik van BIM) en het ontwikkelen en toepassen van innovatieve technologieën zoals 3D printen en drones [44].

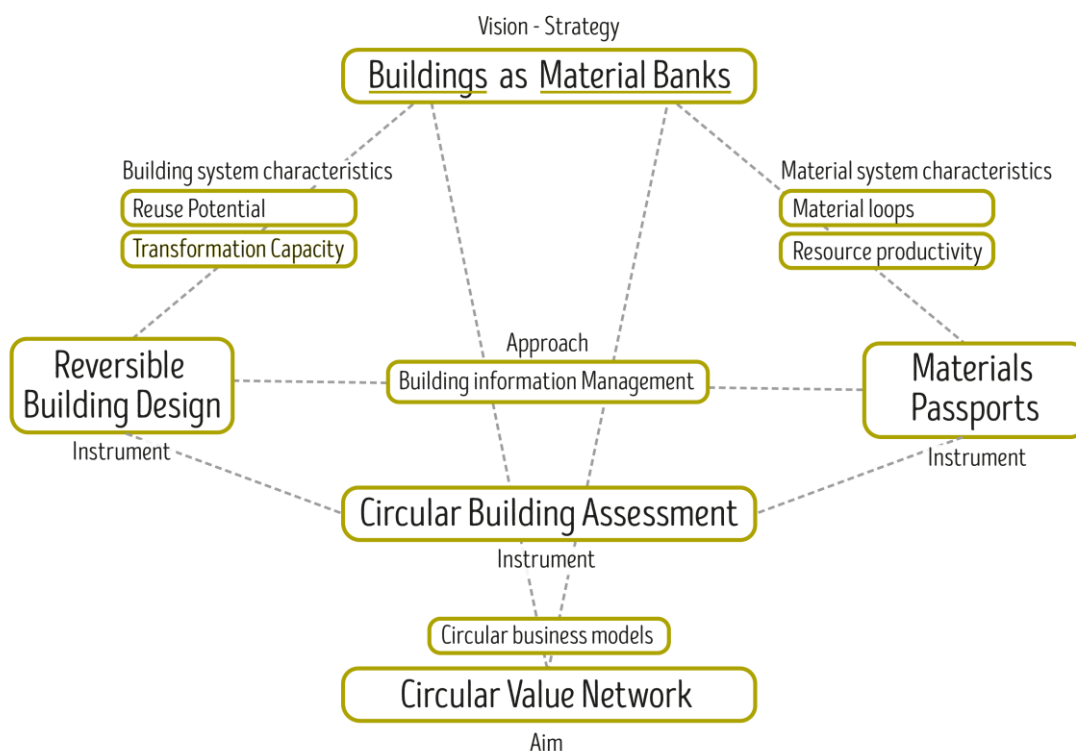
3.3.2 BAMB2020

BAMB2020 is een internationaal project gericht op circulariteit in de bouw. Het project werd uitgevoerd door 15 bedrijven en kennisinstellingen uit zeven Europese landen en is gefinancierd vanuit het EU Research and Innovation Programme Horizon 2020. BAMB2020 is opgestart in 2015 en liep tot 2019.

Het doel van het project is het ondersteunen van de transitie van een lineaire naar een circulaire bouw door bouwwerken te zien als *material banks* (Buildings As Material Banks; BAMB), oftewel 'opslagplaatsen' voor waardevolle materialen van hoogwaardige kwaliteit die gemakkelijk gedemonteerd en hergebruikt kunnen worden. Het hergebruiken van deze materialen in de bouw of renovatie van andere bouwwerken vermindert het gebruik van primaire grondstoffen [45].

Het project richtte zich op drie instrumenten die bijdragen aan het realiseren van deze doelstelling (zie Figuur 7) [46].

- **Reversible Building:** een ontwerpstrategie voor de bouw waarbij bouwwerken gemakkelijk gedeconstrueerd kunnen worden. Onderdelen moeten gemakkelijk verwijderd en toegevoegd kunnen worden zonder het bouwwerk, de producten, componenten of materialen te beschadigen [47]. Deze ontwerpstrategie faciliteert aanpassingen aan gebouwen, bijvoorbeeld als gevolg van veranderingen in de behoeften van gebruikers.
- **Circular Building Assessment:** een methode om bouwwerken te beoordelen op het productief gebruiken van hulpbronnen, gebaseerd op materiaal- en ontwerpkeuzes. Deze methode is evalueert verschillende duurzaamheidsaspecten van bouwwerken en hun onderdelen en hanteert daarmee een holistische aanpak.
- **Materials Passports:** elektronische en interoperabele datasets over de eigenschappen van materialen en onderdelen. Met deze paspoorten kan de waarde van materialen onderdelen gedurende de levenscyclus van bouwwerken behouden worden en wordt hergebruik gefaciliteerd en gestimuleerd.



Figuur 7 Framework BAMB2020 project

Het BAMB2020 project richtte zich op de uitwerking van deze instrumenten en de toepassing ervan in pilotprojecten. Er zijn bijvoorbeeld prototypen gemaakt van de Circular Building Assessment methode en van de materialenpaspoorten. Ook is er een proof-of-concept ontwikkeld van het Materials Passports Platform; het platform waarop paspoorten gecreëerd en gedeeld kunnen worden.

Voor deze casus focussen we op de materialenpaspoorten als datastrategie voor een circulaire bouw.

Fundamentele datastrategie

Het doel achter het gebruik van materialenpaspoorten is het mogelijk maken van hoogwaardig hergebruik van materialen en onderdelen in de bouw. Het effectief herstellen en hergebruiken van onderdelen en materialen vereist dat informatie erover gemakkelijk beschikbaar is op of zelfs nog voor het moment dat deze onderdelen en materialen vrijkomen. Nu gaat er nog veel informatie verloren in de bouwketen, met name tussen de bouwfase en beheerfase (na het moment van oplevering). Materialenpaspoorten zijn een manier om informatie vast te leggen en gemakkelijk te delen binnen de keten. De informatie uit deze paspoorten kan in de deconstructie- of sloopfase van bouwwerken gebruikt worden om een nieuwe, hoogwaardige toepassing te vinden voor de vrijgekomen onderdelen en materialen.

Het idee van een materialenpaspoort is dat het een digitale *one stop shop* is voor materiaal-informatie, dat wil zeggen de centrale plek waar alle informatie over het betreffende materiaal te vinden is. Deze datastrategie is in eerste instantie gericht op digitale opslag en uitwisseling van traceerbare bouw-informatie. In de toekomst (buiten de scope van dit project) kan de strategie uitgebreid worden met het (near) real time laten monitoren van bouwwerken en onderdelen waarmee informatie continu geüpdatet wordt, bijvoorbeeld door IoT. Hiermee kan de staat van materialen en onderdelen nog accurater in kaart gebracht worden. Hierbij wordt de ontwikkeling (voor de korte termijn) en implementatie (voor de

langere termijn) van digital twins voor bouwwerken aangehaald [48], in lijn met de National Digital Twin-strategie uit het Verenigd Koninkrijk (zie paragraaf 3.2.2).

Paspoorten voor de bouw kunnen gericht zijn op verschillende niveaus, namelijk het niveau van het bouwwerk, de producten waar het bouwwerk uit bestaat, de componenten (en eventueel sub-componenten) waar deze producten uit bestaan, en de materialen die het component vormen. Materialen hebben vervolgens weer een bepaalde chemische samenstelling. Binnen dit project, waarin prototypes van materialenpaspoorten ontwikkeld zijn, zijn de paspoorten op gebouw- en productniveau. Meer specifiek gaat het om drie typen paspoorten:

- Gebouwpaspoorten
- Productpaspoorten
- Exemplaarpaspoorten

Een productpaspoort bevat informatie over een hele productgroep, oftewel informatie die voor alle exemplaren van dat product hetzelfde is. Een exemplaarpaspoort bevat informatie die specifiek over één exemplaar van een bepaald product gaat, bijvoorbeeld de staat van dat exemplaar of de locatie van het exemplaar in het bouwwerk. Paspoorten kunnen dus ook gelinkt zijn aan elkaar. Een exemplaarpaspoort is gelinkt aan het paspoort van het bijhorende product, en gebouwpaspoorten kunnen gelinkt worden de paspoorten van alle producten en exemplaren waar het gebouw uit bestaat. Gebouwpaspoorten zijn op zichzelf vrij beperkt, maar fungeren als hub waaraan productpaspoorten gelinkt kunnen worden.

Paspoorten zijn meer dan lijsten met aanwezige onderdelen en materialen. Wat paspoorten van dergelijke materiaallijsten onderscheid, is dat het om dynamische informatie gaat door veranderingen in de tijd. Paspoorten leveren de meeste waarde op als de informatie actueel is. Veranderingen (bijv. onderhoudsactiviteiten) dienen daarom doorgevoerd te worden in het paspoort.

Onderdeel van het project was het in kaart brengen van de typen informatie over producten en materialen die bij kunnen dragen aan een circulaire bouw. De resultaten hiervan staan beschreven in de rapportage *Materials Passports – Best Practice* (Heinrich & Lang, 2019). Het gaat om de volgende typen informatie⁶:

- **Unieke identifiers:** bijv. merknaam, fabrikanten, identificatienummers (GTIN, CAS, etc.), etc.
- **Fysieke eigenschappen:** bijv. afmetingen, structurele data zoals draagkracht, fysische informatie zoals thermische conductiviteit, optische eigenschappen zoals kleur, oppervlak, etc.
- **Chemische eigenschappen:** bijv. chemische samenstelling, hoeveelheid zorgwekkende stoffen, LCA resultaten, etc.
- **Biologische eigenschappen:** bijv. hernieuwbaar of niet hernieuwbaar, ontbindbaarheid, etc.
- **Informatie m.b.t. gezondheid:** bijv. veiligheidscertificaten, toxiciteit, akoestische eigenschappen, thermische eigenschappen (in het kader van het welzijn van de gebruikers), et cetera.

⁶ Andere indelingen zijn ook mogelijk; er zit enige overlap tussen de typen (bijv. chemische eigenschappen en gezondheidsinformatie).

- **Ontwerp- en productie informatie:** bijv. locatie materiaal/product in het gebouw, installatie instructies, productsamenstelling, etc.
- **Informatie uit de gebruiksfase:** verwachte levensduur, monitoringsinformatie over de staat, externe invloeden, onderhoudsinstructies, etc.
- **Informatie m.b.t. demontage en hergebruik:** demontagehandleiding, benodigde tools en bewerkingsslagen, hoeveelheid producten/materialen in het gebouw, mogelijkheid tot hergebruik, aanhechting aan gebouw, beïnvloede functie na verwijdering, etc.
- **Transport- en logistieke informatie:** bijv. benodigde voertuigen, arbeidskosten, benodigde opslag, etc.

De informatietypen hebben betrekking op het product of materiaal zelf (bijv. fysieke eigenschappen), op de relatie van het product of materiaal t.o.v. het grotere geheel waar het in verwerkt is (bijv. ontwerp- en productieinformatie, informatie m.b.t. demontage en hergebruik), en/of op een fase in de levenscyclus van een bouwwerk (bijv. informatie uit de gebruiksfase, transport en logistieke informatie).

Hoewel alle informatietypen relevant zijn voor het realiseren van een circulaire bouwketen, is niet alle informatie even relevant voor paspoorten in de bouw. Zo kan transport- en logistieke informatie bepaald worden aan de hand van gebouwspaspoorten (met daarin hoeveelheden producten en materialen), maar hoeft dit niet gedurende de levensduur van een gebouw opgeslagen te worden in een paspoort.

Welke informatie relevant is voor een paspoort hangt af van het niveau van het paspoort alsook het type materiaal of product. Tijdens het project is er bepaald welke informatie minimaal opgenomen moet worden om een paspoort aan te kunnen maken. Voor paspoorten op productniveau worden in ieder geval de productnaam en fabrikant worden genoemd, maar het is niet duidelijk of andere informatie ook vereist gesteld is in dit prototype.

Dataverzameling

Onderdeel van het project was de ontwikkeling van een Materials Passport Platform (MPP). Dit platform dient om materialenpaspoorten te creëren en te delen met gebruikers. Data voor materialenpaspoorten is afkomstig vanuit twee typen bronnen [49]:

- **Platformgebruikers:** dit o.a. kunnen alle actoren in de bouwketen zijn, zoals fabrikanten, installateurs, eigenaren, etc. Platformgebruikers zijn de voornaamste bron van informatie.
- **Externe databronnen:** het MPP kan communiceren met externe databases (bijv. productdatabases, interne bedrijfssystemen van fabrikanten) via een API (een interface waarmee andere systemen programmatisch kunnen communiceren met het platform).

Platformgebruikers kunnen op het platform nieuwe datasets creëren (paspoorten) voor gebouwen, producten en exemplaren en bestaande datasets wijzigen of updaten. Data kan aangeleverd worden door het invullen van de inputregels op het platform en door het uploaden van documenten. Het idee was dat gebruikers bij het aanleveren van data eveneens kunnen specificeren met wie zij hun data willen delen (specifieke partij zoals de eigen afnemer of een type actor zoals alle architecten). Het gebruik van authenticatiemethoden is daarbij noodzakelijk. Dit is echter nog niet geïmplementeerd in het PoC van het MPP. De data uit het PoC zijn openbaar en zijn toegankelijk voor iedereen met een gebruikersaccount.

Een belangrijk aspect bij de ontwikkeling van het PoC van het MPP is de communicatie met externe databronnen via een API. Veel van de informatie die nuttig is voor materialenpaspoorten is namelijk al op andere plekken beschikbaar. Deze koppeling voorkomt dubbele gegevensinvoer en draagt daarmee ook bij aan de betrouwbaarheid van de informatie. Voor het PoC van het MPP is een API ontwikkeld die de communicatie met twee specifieke databases mogelijk maakt, namelijk de SundaHus Material Database en de EPEA Database (Sundahus en EPEA zijn twee partners van het project). In de verdere ontwikkeling van het MPP (buiten de scope van dit project) kan de koppeling met externe databronnen verder uitgebreid worden. Veel relevante informatie zal bijvoorbeeld vastgelegd zijn in de interne informatiesystemen van fabrikanten. Deze informatie wordt enkel beschikbaar wanneer fabrikanten ervoor kiezen om het MPP met hun informatiesysteem te laten communiceren.

In het systeem wordt zowel gestructureerde als ongestructureerde data (bijv. onderhoudsinstructies) gebruikt. Platformgebruikers leveren informatie aan volgens het format voor de creatie van een materialenpaspoort op het MPP. Voor een automatische datatransfer vanaf een externe databron is een machine readable dataformat nodig. In dit project is gebruik gemaakt van het JSON en XML format. Wanneer een automatische koppeling niet mogelijk is (de Environmental Product Database werkt bijvoorbeeld met pdf's, een non-machine readable format), is handmatige invoer nodig.

Hoewel niet geïmplementeerd in de PoC, kan het MPP verder ontwikkeld worden met automatische validatiefuncties bij de invoering van data. Dit geeft echter geen beoordeling van de juistheid van de data. Om de juistheid van de data te beoordelen is handmatige controle nodig, bijvoorbeeld door de dataleverancier, de datagebruiker, of via een kwaliteitscontrole door een derde partij (dit kan bijvoorbeeld een functie zijn van de beheerder van het platform).

Data die geüpload wordt op het platform wordt waar mogelijk gekoppeld aan externe databronnen en verwerkt tot een bruikbaar materialenpaspoort. Deze verwerkingsslag wordt uitgevoerd door de beheerder van het platform; het zogenaamde Platform Management Body (PMB). Gedurende dit project voeren de projectpartners SundaHus en EPEA deze functie uit.

Het is mogelijk om extra services aan het MPP te koppelen, bijvoorbeeld om gebruikers die zelf te weinig capaciteit hebben te ondersteunen in de verzameling van data.

Databeheer

Deze datastrategie is een combinatie van een gecentraliseerde en een gedistribueerde aanpak. De informatie uit de paspoorten die in het MPP gecreëerd worden, worden opgeslagen in een cloud database (gecentraliseerd). Data uit de externe databronnen blijft opgeslagen op de externe locatie (gedistribueerd). Via een API kan er vanuit het MPP, zoals genoemd, gecommuniceerd worden met deze externe databases [49].

Het PMB host het platform en onderhoudt het systeem. Dit management body is daarmee verantwoordelijk voor de dataopslag. Het idee is dat paspoorten voor exemplaren net zo lang worden opgeslagen als ze verwerkt zijn in een bepaald gebouw. Als het exemplaar uit het gebouw verwijderd wordt, wordt het paspoort met deze informatie geüpdatet en wordt het paspoort afgesloten en als read-only gearchiveerd. Indien een product wordt hergebruikt in een nieuw gebouw, dient er een nieuw paspoort te worden aangemaakt met de nieuwe eigenschappen [49]. Er wordt niet expliciet genoemd hoe er met productpaspoorten en gebouwpaspoorten omgegaan wordt. Op basis van de omgang met exemplaarpaspoorten is te verwachten is dat paspoorten van producten blijven bestaan zolang een product op de markt is en daarna ook als read-only blijven bestaan. Producten kunnen namelijk nog steeds verwerkt zijn in bestaande gebouwen. Gebouwpaspoorten die fungeren als hub waaraan

productpaspoorten en exemplaarpaspoorten gekoppeld worden, worden wellicht verwijderd na de deconstructie of sloop van het gebouw.

De paspoorten dienen continu geüpdatet te worden naargelang veranderingen zich voordoen of er nieuwe kennis over een product of materiaal opgedaan wordt. Op deze manier blijven ze actueel en behouden ze hun waarde. Paspoorten vereisen onderhoud zijn dus geen statische set van informatie. De leverancier van bepaalde informatie kan deze data updaten en kan eventueel ook toestemming geven aan andere platformgebruikers om wijzigingen door te voeren.

Datagebruik

Paspoorten fungeren als centrale plek waar alle relevante informatie over producten of materialen opgehaald kan worden. Welke informatie relevant is, verschilt per gebruiker. Mogelijke gebruikers zijn fabrikanten, aannemers, bewoners, controlerende instanties, recyclers, etc. Het MPP biedt filteropties waarmee gebruikers kunnen selecteren welke informatie ze op willen halen uit paspoorten [49].

In het PoC van het MPP is alle data openbaar. Bij de verdere ontwikkeling van het MPP kan er een autorisatielaag ingebouwd worden waarmee dataleveranciers kunnen bepalen wie welke informatie te zien krijgt en ook het uploaden van vertrouwelijke informatie mogelijk gemaakt wordt. Wel is het al mogelijk voor dataleveranciers om bepaalde gebruikers beweringsrechten te geven (o.a. read-only, administrator rechten) [49].

Gebruikers kunnen paspoorten ophalen via het MPP. In de pilotprojecten is er tevens gebruik gemaakt van een sleutel op fysieke producten (bijv. QR-code of NFC chip). Door deze sleutel te scannen kon met mobiele apparaten de betreffende informatie opgehaald worden. In de praktijk werkte dit echter niet altijd even goed (dubbel inloggen vereist, pagina's laadden niet altijd) [50].

Proces

Het BAMB2020 project is opgezet en uitgevoerd door 15 verschillende partners uit zeven Europese landen. De meeste projectpartners zijn bedrijven en kennisinstellingen. Twee partners, Ronneby Kommun (Zweden) en de projectcoördinator Brussels Environment, zijn overheidsinstanties. Ronneby Kommun is een Zweedse gemeente en Brussels Environment is de overheidsdienst voor milieu en energie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in België. Het gaat hier dus om een triple helix samenwerking; overheid, bedrijven en kennisinstellingen hebben gezamenlijk het project ontwikkeld en uitgevoerd. De overheidsinstanties hebben in dit project als geheel een initiërende, onderzoekende en demonstrerende rol. Ze zijn namelijk betrokken geweest bij het vormgeven van de projectstrategie met bijhorende doelen, ambities en kaders, kennisontwikkeling door onderzoek en de ontwikkeling van pilotprojecten.

Bij de datastrategie rondom materialenpaspoorten hebben de overheidsinstanties een beperktere rol gehad. Twee bedrijven, SundaHus en EPEA, hebben de grootste rol gespeeld in de ontwikkeling van het framework voor materialenpaspoorten door hun ervaring met het managen van materiaal informatie. Zij vormden tevens het Platform Management Body. Brussels Environment heeft in het kader van deze datastrategie een demonstrerende rol gehad door het coördineren van de pilotprojecten waarin deze datastrategie toegepast werd. Wel wordt er een aanjagende rol voor de overheid voorzien; overheidsinstellingen zouden het gebruik van deze datastrategie kunnen aanjagen door door het stimuleren van het gebruik van deze datastrategie bij overheidsaanbestedingen [51].

Een belangrijk onderdeel van de datastrategie is de koppeling met externe databases. Dit beperkt de informatielast door dubbele gegevensinvoer te voorkomen. Echter dient in de

huidige situatie voor iedere externe database een aparte koppeling opgezet te worden. Verdere opschaling zou geholpen zijn bij standaardisatie van de gebruikte dataformats in materialenpaspoorten en relevante databases. De strategie is op zichzelf niet sectorspecifiek en zou ook toegepast kunnen worden in andere contexten.

Voor de verdere ontwikkeling van deze datastrategie liggen er kansen bij de koppeling met BIM doordat BIM-modellen en materialenpaspoorten complementaire informatie bevatten. Het gebrek aan internationale standaardisatie in BIM maakt dit echter complex. Ook biedt de koppeling van materiaaldata op gebouwniveau en onderliggende niveaus met geo-spatial information systems (GIS) mogelijkheden voor het in kaart brengen van materiaalstromen en voorraden in een gebied.⁷

3.3.3 Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS

Deze datastrategie draagt bij aan het realiseren van een circulaire bouweconomie met name door hoogwaardig hergebruik aan het eind van de levensduur van gebouwen en producten mogelijk te maken. De strategie sluit aan bij de ontwikkelingen in Nederland. Zoals genoemd in paragraaf 2.2 werkt het Platform CB '23 aan een leidraad voor paspoorten in de bouw. Partner van dit platform is EPEA, die ook een grote rol gespeeld heeft in de ontwikkeling van de materialenpaspoorten in het BAMB2020 project. Daarnaast biedt Madaster een soortgelijk platform als het MPP aan.

Er wordt dus al gewerkt aan de ontwikkeling van een strategie zoals in het BAMB2020 project. Toepassing volgens de manier waarop de strategie binnen dit project vorm heeft gekregen, zou inhouden dat er gewerkt wordt met een centrale database waar de materialenpaspoorten in opgeslagen worden. Informatie uit externe databronnen, waar de paspoorten naar kunnen linken, blijft gedistribueerd opgeslagen. Voordeel hiervan is dat er één centraal punt is waar de paspoorten opgehaald kunnen worden en dat de informatielast verdeeld blijft doordat gegevens hergebruikt kunnen worden. Wel blijft de koppeling met een grotere hoeveelheid externe databases een kritiek punt; standaardisatie zou dit vergemakkelijken. Voor de implementatie van deze datastrategie zou ingespeeld kunnen worden op de verdere ontwikkeling van het MPP uit het BAMB2020 project of op andere initiatieven zoals Madaster.

3.4 Nederland - Agrifoodsector

3.4.1 Context

De agrifoodsector bestaat uit agrarische bedrijven (land- en tuinbouw en (pluim)veehouderijen) en de levensmiddelenindustrie. Soms worden ook de bijhorende retailkanalen tot de sector gerekend [52]. In 2017 bestond deze sector (inclusief retailkanalen) uit meer dan 106.000 bedrijven, waarvan ongeveer 55.000 land- en tuinbouwbedrijven en ongeveer 6.000 bedrijven in de levensmiddelenindustrie (voedsel en dranken). De totale export van agrarische goederen bedroeg in 2017 €91,7 miljard en er werd voor €62,6 miljard geïmporteerd [52]. Voor de levensmiddelenindustrie was dit respectievelijk €39,2 miljard en €22,3 miljard in datzelfde jaar [53].

De levensmiddelenketen omvat verschillende schakels van boer tot consument (zie Figuur 1). Iedere schakel kent meerdere bedrijven. Er is namelijk niet één levensmiddelenketen. Dranken doorlopen een andere keten dan voedingsmiddelen. Binnen de

⁷ Zie ook Sukdev, Vol, Brandt & Yeoman. Cities in the Circular Economy: The role of Digital Technology. Google & Ellen MacArthur Foundation.

voedingsmiddelenketen doorlopen gedroogde producten weer een andere keten dan versproducten, en ook binnen versproducten kan er weer onderscheid gemaakt worden tussen vlees, vis, groente en fruit. Vervolgens is vlees weer onder te verdelen in rund, varken, pluimvee, etc. De ketens zijn soms lineair en kort (bijvoorbeeld wanneer een winkel direct zijn producten inkoop van een boer), maar veelal gaat het om complexe voedselnetwerken (bijvoorbeeld wanneer producten bestaan uit verschillende typen grondstoffen afkomstig van verschillende leveranciers).



Figuur 8 Bedrijfskolom levensmiddelen (gebaseerd op Kwartiermakersteam Ketentransparantie (2016). Reis door de keten: Herkomst- en productinformatie door de keten en aan de consument; WUR – LEI (2003). Wie voedt Nederland? Consumenten en aanbieders van voedingsmiddelen)

Kenmerkend voor de agrofoodsector is dat het gaat om de productie van *fast moving consumer goods* (producten met een snelle omlooptijd) en vaak om massaproductie [54]. Hierin ligt een belangrijk verschil met de bouwsector, waar de levensduur van objecten zo’n 50 tot 100 jaar bedraagt en het per bouwwerk draait om maatwerk. Bij gebruikte materialen en onderdelen kan overigens wel sprake zijn van massaproductie.

Duurzaamheidsonderwerpen zoals energiebesparing, de verlaging van broeikasgasemissies en circulariteit worden steeds belangrijker binnen de agrifoodsector. Met betrekking tot de laagste milieu-impact per kg product loopt de Nederlandse agrarische sector internationaal al voorop. Bij circulariteit in de voedselketen gaat het onder andere om het verminderen en benutten van reststromen in alle schakels van de keten. Naar schatting gaat er in de totale keten zo’n 40% tot 50% aan voedingsproducten verloren [55]. Reststromen kunnen bijvoorbeeld verwerkt worden tot compost of veevoer. Er zijn verschillende bedrijven die op deze ontwikkeling inspringen door het bieden van oplossingen voor het verwerken van reststromen, het verlengen van de houdbaarheid en optimaliseren van de keten (bijv. demand planning en forecasting) [56].

Een andere belangrijke trend binnen de agrifoodsector is het groeiende belang van traceerbaarheid. Niet alleen in het kader van voedselveiligheid (het mogelijk maken van recall-acties), maar ook omdat de consument steeds meer inzicht wenst in waar zijn producten vandaan komen. Daarnaast spelen ontwikkelingen op het vlak van robotisering en digitalisering een belangrijke rol. Robotisering biedt met name kansen op het gebied van een constanter productieproces dat minder arbeidsintensief is. Door digitalisering krijgt de

agrifoodsector meer grip op data binnen de keten en worden mogelijkheden in het kader van traceerbaarheid en controle vergroot [57].

3.4.2 Ketentransparantie

Fundamentele datastrategie

In de agrifoodsector is er geen sprake van een overkoepelende, centraal geformuleerde en georganiseerde datastrategie. In iedere keten en bij iedere ketenpartij wordt het verzamelen, opslaan en delen van data op een eigen manier geregeld.

De Europese General Food Law vereist dat levensmiddelen traceerbaar moeten zijn omwille van het borgen van de voedselveiligheid. Bedrijven moeten terug kunnen vinden waar producten in de levensmiddelen vandaan komen. Hier geldt het *one step back – one step forward* principe. Iedere schakel moet weten waar zijn grondstoffen, tussenproducten of eindproducten vandaan komen, en iedere schakel moet weten wie zijn product afneemt (m.u.v. verkoop aan de consument). Dit geeft inzicht in de 'materiaalstromen' binnen de levensmiddelenketen, wat in het geval van een incident recall-acties mogelijk maakt. Ook levert dit voordelen op in het kader van een circulaire levensmiddelenketen; om reststromen hoogwaardig te kunnen verwerken, is het van belang om inzicht te hebben in de samenstelling van reststromen.

Naast **traceerbaarheid** kan het delen van data in de levensmiddelenketen verschillende doeleinden dienen:

- **Productiviteit en efficiëntie:** het slimmer organiseren van productieprocessen en logistieke processen
- **Voedselveiligheid:** het waarborgen van voedselkwaliteit
- **Informerend:** het informeren van afnemers en consumenten over de eigenschappen van het product

In de levensmiddelenketen wordt er van eindproducten verschillende soorten data vastgelegd [54]. Allereerst is er onderscheid te maken tussen statische en dynamische informatie. Statische informatie is gekoppeld aan een artikel en is dus gelijk voor alle individuele producten van dat artikel. Dit betreft:

- **Logistieke informatie:** bijv. afmetingen van een product
- **Etiketinformatie:** bijv. ingrediënten, voedingswaarden, merkeigenaar
- **Certificeringsinformatie:** keurmerken
- **Statische herkomstinformatie:** bijv. land/regio waar het artikel is geproduceerd of de laatste bewerkingsstap heeft doorlopen, indien dit voor alle individuele producten van een bepaald artikel gelijk is

Dynamische informatie is gekoppeld aan een individueel product of een batch producten van een bepaald artikel. Soorten dynamische informatie zijn:

- **Productie-informatie:** bijv. batchnummer, houdbaarheidsdatum
- **Dynamische herkomstinformatie:** bijv. land, regio of precieze boer waar het product is geproduceerd, eigenschappen van de locatie, etc., indien dit per individueel product verschilt

Deze informatie moet dus in de levensmiddelenketen vastgelegd en bijgehouden worden. Aan sommige typen informatie worden eisen gesteld. De EU-verordening 1169/2011 heeft bijvoorbeeld vastgesteld welke informatie er op etiketten weergegeven moet worden. Ook keurmerken kunnen eisen stellen aan de beschikbare informatie. Zo dient er voor producten

met het Europees Biologisch Keurmerk duidelijk te zijn waar alle ingrediënten precies vandaan komen [58].

Dataverzameling

Binnen de levensmiddelenketen ontvangen ketenpartijen de gegevens over de grondstoffen en halffabricaten die ingekocht worden van haar toeleveranciers, soms nog fysiek, maar steeds vaker elektronisch. Het detailniveau van deze informatie alsook het al dan niet delen van extra productinformatie naast de informatie die noodzakelijk is om aan wettelijke eisen te voldoen, hangt af van de bedrijfsmatige afweging van de leverancier. Hoe gedetailleerder informatie wordt vastgelegd en hoe meer aanvullende informatie geregistreerd wordt, hoe hoger de kosten, maar hoe minder groot de impact van een eventuele recall-actie in het geval van een voedselveiligheidsrisico. In de varkensketen worden varkens bijvoorbeeld in batches geregistreerd in plaats van individueel door de hoge reproductiesnelheid. Iedere schakel in de levensmiddelenketen is afhankelijk van het detailniveau en de kwaliteit van de productinformatie van zijn leverancier.

Ook wordt er door ontwikkelingen op het gebied van robotisering en digitalisering steeds meer data ingewonnen tijdens het productieproces. Deze gegevens kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden om productieprocessen efficiënter in te richten of inspecties op afstand uit te voeren [57]. In het begin van de keten, bij agrarische bedrijven, wordt er in toenemende mate gebruik gemaakt van sensordata om Agrar, bij agrarische bedrijven, een grote rol, waar er in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van sensoren

Waar bij eindproducten voor logistieke en etiketinformatie gebruik wordt gemaakt van het wereldwijd gehanteerde GS1 codesysteem (zie volgende paragraaf), lijkt er eerder in de levensmiddelenketen nog beperkt gebruik te worden gemaakt van standaarden. Zo wordt herkomstinformatie op verschillende manieren vastgelegd (bijv. GLN, GNN, EG-erkenningsnummer). Wel heeft iedere locatie in Nederland met o.a. runderen, varkens, schapen, en pluimvee⁸ heeft een Uniek Bedrijfsnummer (UBN) [59]. Dit nummer wordt gebruikt om de locatie waar het dier geboren is en het slachthuis vast te leggen, waarmee de herkomstlocatie achterhaald kan worden. Ook verschillen de systemen per producttypen. Voor eieren wordt bijvoorbeeld een aparte systematiek gebruikt.

De producent is verantwoordelijk voor het vastleggen en bijhouden van de informatie die uiteindelijk op etiketten opgenomen dient te worden. De merkeigenaar is verantwoordelijk voor de juistheid hiervan.

Databeheer

Bedrijven in de levensmiddelenindustrie hanteren verschillende systemen om de informatie over hun producten bij te houden en op te slaan. Dit hangt o.a. af van de mate waarin bedrijven gedigitaliseerd zijn. Sommige bedrijven maken nog gebruik van papieren archieven. Anderen beschikken over een elektronische database. Ook is het mogelijk data op te slaan in een online database gehost door een derde partij [60].

Het komt voor dat bedrijven voor bepaalde informatie terug moeten naar hun toeleverancier. In de varkensketen, waar varkens niet individueel gekenmerkt worden maar in batches, moeten producenten voor vragen die gerelateerd zijn aan individuele varkens (gezondheid, medicijngebruik, etc.) terug naar de veehouderij [54]. De leverancier van een grondstof of tussenproduct bepaalt welke data hij met zijn afnemers deelt. Wel dient dit voldoende

⁸ Dit geldt enkel voor bedrijfsmatig gehouden pluimvee.

informatie te zijn zodat de producent van een eindproduct kan voldoen aan de EU-verordening 1169/2011 over de minimale informatie op etiketten.

Voor logistieke informatie en steeds vaker ook de etiketinformatie van eindproducten (het product dat van de producent/fabrikant aan de groothandel of detailhandelaar en vervolgens aan de consument wordt verkocht) in de levensmiddelenindustrie wordt gebruik gemaakt van het codesysteem van GS1. GS1 is een non-profit organisatie gericht op het ontwikkelen van internationale standaarden voor de identificatie, het vastleggen en delen van data. Dit codesysteem wordt wereldwijd toegepast. De logistieke en etiketinformatie wordt gekoppeld aan een streepjescode die afgebeeld wordt op het product. Deze informatie wordt opgeslagen in de GS1 Data Source, waarin bijna het gehele assortiment van Nederlandse supermarkten is opgenomen is. Verkopers van deze producten kunnen via de streepjescode in de GS1 Data Source de informatie over producten ophalen, waarbij leveranciers kunnen bepalen wie toegang krijgt tot welke informatie. GS1 Nederland is verantwoordelijk voor het coördineren en uitvoeren van het verzamelen, controleren en doorgeven van deze informatie. Recent is er een grootschalige actie ondernomen om de kwaliteit van de GS1 Data Source database te verhogen [61]. Leveranciers dienden hun artikelen op te sturen naar gecertificeerde Data Management Services. Deze Data Management Services controleerden vervolgens of de gegevens op het artikel overeenkwamen met de gegevens in de GS1 Data Source.

Statische artikelinformatie zoals opgenomen in de GS1 Data Source blijft dus ook bewaard zolang een specifiek artikel bestaat. Hoe lang dynamische productinformatie gearchiveerd wordt, zal afhangen van de houdbaarheid van een product en van bedrijfsmatige beslissingen van bedrijven in de levensmiddelenketen. In ieder geval zijn bedrijven verplicht aan de traceerbaarheidseis van de ALV te voldoen (one step back – one step forward) en dienen zij herkomstinformatie dus minimaal zo lang op te slaan om een recall-actie mogelijk te maken.

Datagebruik

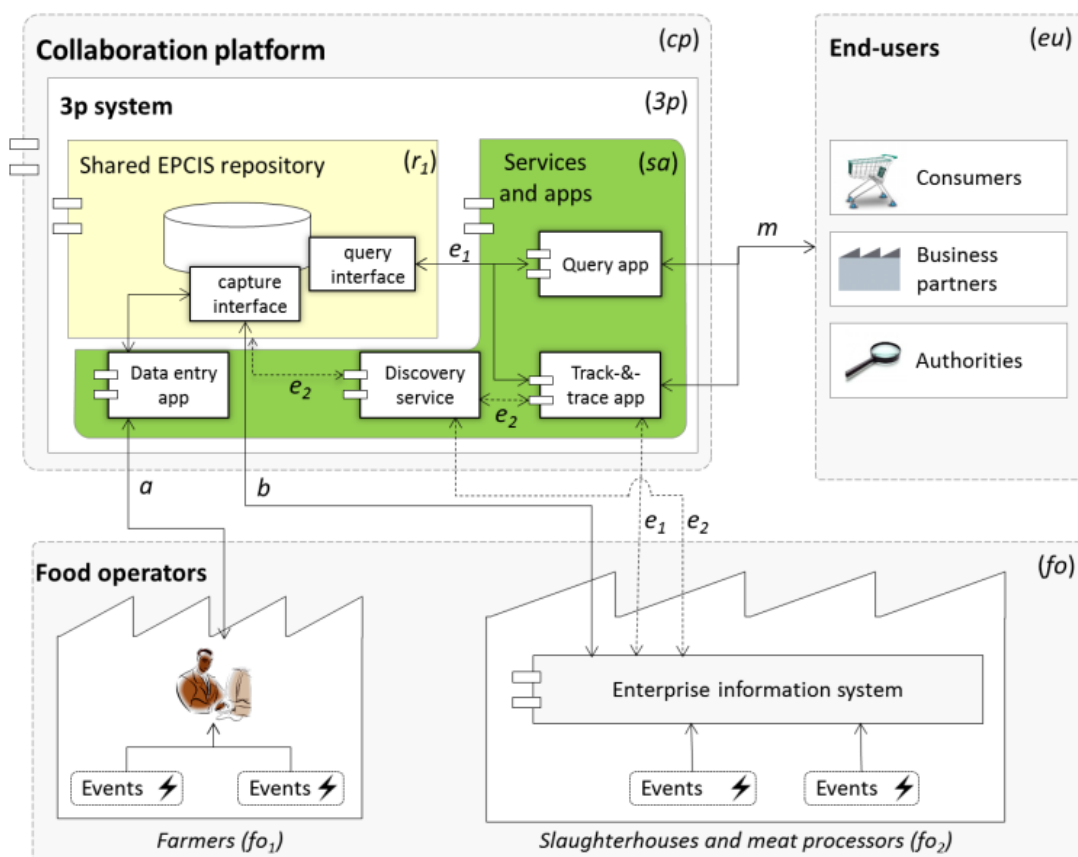
Datagebruikers in de levensmiddelenketen zijn andere bedrijven (afnemers van producten, B2B) en de uiteindelijke consument. Ook de NWVA, het RIVM of partijen zoals certificeringsinstanties en softwareontwikkelaars zijn mogelijke datagebruikers [60]. Het RIVM analyseert bijvoorbeeld etiketinformatie uit de GS1 Data Source ter ondersteuning van beleid op het gebied van voedselconsumptie, voedselveiligheid en gezondheid.

Data bedoeld voor andere bedrijven (B2B) wordt in principe alleen binnen de levensmiddelenketen gedeeld. De leverancier in een bepaalde ketenstap deelt de productdata met zijn afnemers en beslist zelf wie welke data ontvangt. Uitzonderingen zijn inspecties van de NWVA, waarbij bepaalde informatie verplicht overgedragen moet worden.

Datadeling tussen verschillende schakels verloopt veelal elektronisch, al wordt data soms nog fysiek gedeeld (bijv. per vrachtbrief) [54]. Ook kan datadeling via een derde partij verlopen, bijvoorbeeld wanneer een partij in de keten ervoor kiest om dataopslag uit te besteden.

Het delen van data in de levensmiddelenketen lijkt zich voornamelijk nog te richten op het noodzakelijke, waarbij kosten-baten afwegingen van bedrijven in de keten bepalen welk detailniveau er gehanteerd wordt. Om uitgebreidere datavastlegging en -deling in de keten in het kader van ketentransparantie te ondersteunen en te stimuleren is een goede data-infrastructuur en standaardisatie noodzakelijk [54] [57]. Enkele onderzoekers van Wageningen University & Research hebben een softwaresysteem ontworpen om transparantie in de keten mogelijk te maken [60]. Dit softwaresysteem (ontwikkeld voor de vleesindustrie) is

gebaseerd op de GS1-standaard EPCIS⁹, waarmee op gegevens op het niveau van individuele producten vastgelegd kunnen worden aan de hand van *events* (handelingen). Een event is bijvoorbeeld de introductie van een object in de keten (bijv. de geboorte van een big) of de transformatie van een object in de keten (bijv. het slachten van een varken tot verschillende dierlijke producten die allen een nieuwe object-identificatie krijgen). Door het vastleggen van alle events die grondstoffen of producten ondergaan, kunnen producten in de keten gevolgd worden en kunnen reststromen in beeld gebracht worden. Zoals Figuur 9 laat zien, kunnen *food operators* (fo) de informatie over hun producten kunnen vastleggen in een gedeelde EPCIS database, ofwel handmatig via een *data entry app*, ofwel als automatische upload vanuit hun eigen bedrijfsinformatiesysteem. Gebruikers kunnen vervolgens via de *query app* informatie over specifieke producten (zoals voedingswaarden) opvragen en via de *track & trace app* informatie over de leveranciersketen van een specifiek product ophalen.¹⁰ De gedeelde EPCIS database alsook de services en apps om data te uploaden of op te halen worden ontwikkeld en beheerd door derde partijen.



Figuur 9 Een software architectuur voor ketenbrede transparantie (bron: Kassahun et al. (2016). Realizing chain-wide transparency in meat supply chains based on global standards and a reference architecture)

Om een dergelijke ICT-infrastructuur te realiseren is het van belang dat de EPCIS-standaard breed geadopteerd wordt en bedrijfssystemen EPCIS-compliant worden om integratie mogelijk te maken. Met name voor kleinere bedrijven kan dit een grote stap zijn, met name

⁹ Zie [\[www.gs1.org\]](http://www.gs1.org) voor meer informatie.

¹⁰ De *discovery service* dient om informatie van andere EPCIS-compliant systemen op te halen die niet tot de gedeelde database behoren.

wanneer nog niet alle data elektronisch vastgelegd wordt. Het is dus van belang dat de baten van zo'n overstap opwegen tegen de lasten. Betaalbare software-oplossingen helpen daarbij.

Ook blockchaintechnologie biedt mogelijkheden op het gebied van datadeling. Kenmerkend hieraan is het feit dat het hierbij gaat om een open en decentraal beheerde database, waarbij alle spelers in een keten eigenaar zijn. Deze spelers kunnen elkaar continu controleren waardoor frauderen niet mogelijk is. Er wordt op dit moment met blockchaintechnologie geëxperimenteerd door bijvoorbeeld Albert Heijn (sinaasappelketen) en Fairfood en Versteegen (nootmuskaatketen) [62].

Proces

De overheid heeft in de levensmiddelenketen enkel een regulerende, controlerende en handhavende rol. Ze stelt regelgeving op, vaak gebaseerd op Europese wetgeving (zoals de Algemene Levensmiddelen Verordening, de Nederlandse equivalent van de General Food Law). De NWVA houdt als agentschap van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit toezicht op de naleving van wetten en voorschriften.

Het proces van dataverzameling, databeheer en datadeling wordt uitgevoerd door de markt. Grotendeels wordt dit opgepakt door spelers uit de levensmiddelenketen zelf. Daaromheen bevinden zich ondersteunende kennisinstellingen en bedrijven, zoals softwareleveranciers en hosts van online dataplatforms. Aan het eind van de keten is GS1 Nederland een belangrijke speler, die verantwoordelijk is de uitgifte van streepjescodes volgens het GS1 codesysteem, het beheer van bijhorende artikelinformatie en het delen van deze informatie. Er ligt hierdoor een grote informatielast bij GS1 Nederland. De kosten van het beheer van de databases worden echter verdeeld doordat leveranciers van artikelen betalen voor de uitgifte van GS1-codes en afnemers van producten zich abonneren op bepaalde informatie.

Er is geen sprake van een schaalbare strategie door het gebrek aan een gestandaardiseerde aanpak in het begin van de keten. Hiervoor zou een gemeenschappelijke data-infrastructuur nodig zijn, waarvan de structuur in Figuur 9 een voorbeeld is. Wel moet de benodigde bedrijfssoftware betaalbaar zijn en dienen bedrijven de meerwaarde ervan in te zien om een brede adoptie te realiseren.

3.4.3 KringloopWijzer

Specifiek voor de zuivelketen is de KringloopWijzer ontwikkeld, een managementinstrument waarmee melkveehouderijen inzicht kunnen krijgen in de mineralenkringloop tussen dier, voer, bodem en mest. Hierdoor kan er beter gestuurd worden op de benutting van mineralen, wat bijvoorbeeld kan leiden tot een hogere grasopbrengst en minder mestafvoer.

De Nederlandse Zuivelorganisatie (NZO) en LTO Nederland presenteerden in 2013 het Zuivelplan 'Kansen voor de zuivelketen na 2015'. Duurzame zuivelproductie werd als één van de kansen gezien. Om de milieuprestatie van de gehele zuivelsector te monitoren, worden bedrijfsgegevens van individuele melkveebedrijven gebundeld door middel van de KringloopWijzer. De NZO, LTO Nederland, de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (Nevedi) en de Vereniging van Accountants- en Belastingadviseurs werken samen aan de implementatie van deze tool, die ontwikkeld is door Wageningen University & Research. Zuivelondernemingen hebben het jaarlijks indienen van de KringloopWijzer door melkveehouderijen sinds 2016 als verplichting opgenomen in hun leveringsvoorwaarden.

De KringloopWijzer bouwt voort op de bedrijfsspecifieke excretie (BEX), een maat waarmee melkveehouders afwijking van de forfaitaire excretienormen van melkvee zoals vastgelegd in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet kunnen onderbouwen.

Fundamente datastrategie

Het doel van deze datastrategie is creëren van inzicht in de benutting en het verlies van stikstof, fosfaat en koolstof binnen de bedrijfsgrenzen van melkveehouderijen, alsook het aanreiken van aanknopingspunten om deze mineralen efficiënter te benutten.

De KringloopWijzer is gericht verschillende soorten data [63]:

- **Bedrijfsdata:** bijv. type bedrijf (melkvee of jongvee-opfok), gebruikte energiebronnen
- **Data over de veestapel:** bijv. aantal dieren, huisvesting, melklevering
- **Veevoergegevens:** bijv. voorraden per type voeding, aanvoer van voeding
- **Bodemgegevens:** bijv. perceelgegevens, oppervlakte grasland
- **Mestgegevens:** bijv. organische mest verbruik, toediening kunstmest

Door de mineralenbenutting voor de vier componenten (dier, mest, bodem en voer) in beeld te brengen, kan gezien worden op welke gebieden verbetering noodzakelijk is.

Dataverzameling

Zoals gezegd worden melkveehouders door zuivelondernemingen verplicht gesteld om jaarlijks de webapplicatie van de KringloopWijzer in te vullen, waarmee de gegevens gebundeld worden opgeslagen in de Centrale Database KringloopWijzer. Een deel van de gegevens dient handmatig te worden ingevuld. Dit geldt bijvoorbeeld voor de eindvoorraden van voeders, meststoffen en dierlijke mest en de fosfaatgehalten van percelen. Voor sommige gegevens is het echter mogelijk om een koppeling te maken met databronnen van derden, waardoor een deel van de gegevens automatisch ingevuld kan worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de data van een groot aantal voer- en kunstmestleveranciers. Deze leveranciers dienen gekoppeld te zijn aan de Centrale Database Kringloopwijzer en melkveehouders moeten deze leveranciers machtigen om digitaal beschikbare gegevens over hun bedrijf automatisch in te laten lezen. Er is namelijk afgesproken dat de KringloopWijzer alleen met brongegevens werkt en niet met gegevens die worden aangeleverd vanuit managementsystemen van derden. Melkveehouderijen kunnen hun leveranciers die nog niet gekoppeld zijn aan de Centrale Database Kringloopwijzer verzoeken om een koppeling te realiseren. Ook moeten melkveehouders de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) machtigen om perceelgegevens en VDM-gegevens (vervoersbewijs dierlijke meststoffen) aan te leveren. Melkveehouders kunnen ervoor kiezen volmacht af te geven aan een adviseur om de Kringloopwijzer en gegevensmachtigingen te beheren. De melkveehouder blijft eigenaar van zijn data.

Gegevens worden aangeleverd via de webapplicatie van de KringloopWijzer in een vastgesteld format. Leveranciers die hun databronnen willen koppelen, dienen hun databronnen compatibel te maken met dit format. Standaarden die gebruikt worden zijn onder andere EDI-Zuivel, EDI-I&R en EDI-lab.

Databewerkingen die uitgevoerd kunnen worden, zijn bijvoorbeeld het aanvullen of corrigeren van geautomatiseerd ingelezen gegevens en het berekenen van resultaten op basis van de gegevens.

Databeheer

De Centrale Database Kringloopwijzer, waarin alle KringloopWijzerdata van individuele melkveehouderijen in opgeslagen wordt, wordt beheerd door ZuivelNL. Alle data en software wordt opgeslagen op een beveiligde server en is enkel toegankelijk via een beveiligde inlog (eHerkenning 2+). Bedrijfsspecifieke normen en kengetallen worden minimaal 7 jaar bewaard om trends en statistieken in kaart te brengen, de tool te optimaliseren en de

veehouder van meerjarige data te kunnen voorzien. Voor bedrijfsgegevens ten aanzien van mest en mineralenmanagement is nog geen bewaartermijn bepaald.

Het gebruik van digitale brongegevens draagt bij aan de kwaliteit van de data. Ook zorgt dit voor transparantie met betrekking tot de herkomst van de gegevens. Bovendien zijn er indirecte controle mogelijkheden die inzicht kunnen geven in de betrouwbaarheid van de data (onjuiste invoer kan bijvoorbeeld leiden tot uitvoer die in niet mogelijk of onwaarschijnlijk is) [64].

Datadeling

Via een dashboard worden de resultaten met betrekking tot de milieuprestatie van een bedrijf op basis van hun ingediende KringloopWijzer teruggekoppeld aan de melkveehouder. Melkveehouders kunnen zelf bepalen met welke organisaties (zoals accountants, adviseurs, overheden, etc.) ze gegevens uit de KringloopWijzer willen delen. Wel worden de resultaten van de KringloopWijzer worden op anonieme basis gebruikt voor sectorrapportages en benchmarking.

Proces

ZuivelNL, de beheerder van de Centrale Database KringloopWijzer en één van de organisaties achter de implementatie van de KringloopWijzer, is de brancheorganisatie voor de zuivelketen. Er is gekozen om de KringloopWijzer in te richten als collectieve dienst (eigendom van de sector) in plaats van een marktdienst, omdat er sprake is van een collectief belang voor de zuivelsector. De KringloopWijzer dient namelijk als verantwoordingsmechanisme voor de sector. De sector is daarom gebaat bij een eenduidige berekening van de milieuprestaties en goed, collectief databeheer.

De KringloopWijzer en het achterliggende rekenmodel is ontwikkeld door Wageningen. Hierbij zijn deskundigen en stakeholders uit de sector geconsulteerd. De Centrale Database Kringloopwijzer is gebouwd door VAA ICT Consultancy, in opdracht van ZuivelNL. Andere dienstenaanbieders kunnen zich aansluiten bij de KringloopWijzer, zoals certificeringsorganisaties of bedrijfsadviseurs die melkveehouders ondersteunen bij het invullen van de KringloopWijzer en het aanreiken van mogelijkheden tot verbetering van de milieuprestatie.

De overheid heeft bij deze datastrategie een regulerende rol. De methode van de Kringloopwijzer is bijv. afgestemd op de meststoffenwet. Ook heeft de overheid een rol als dataleverancier. RVO levert namelijk perceelgegevens en VDM-gegevens aan.

Deze datastrategie is beperkt schaalbaar. De KringloopWijzer is specifiek gericht op de mineralenkringloop bij melkveehouderijen en is daarmee niet direct toepasbaar voor andere subsectoren. De informatielast voor melkveehouders wordt binnen deze datastrategie beperkt door het koppelen van databronnen van derden, waardoor gegevens zoveel mogelijk automatisch ingeladen worden. Door het gebruik van een centraal systeem kunnen de gegevens die in een vast format opgehaald worden efficiënt bijeengebracht worden [64].

3.4.4 Minimalisering en verwerking van reststromen

Er zijn verschillende organisaties binnen de agrarische sector die zich bezighouden met de het minimaliseren en/of verwerken van reststromen. Een voorbeeld hiervan is het bedrijf *Milgro* dat data als uitgangspunt neemt bij de aanpak van verspilling. Bedrijven in o.a. de food- en retailsector kunnen het managen van hun afvalstromen en het monitoren van grondstofverspilling en -gebruik uitbesteden aan Milgro. Milgro levert hierbij het ICT-platform waarmee vermijdbare verspilling in productieprocessen geïdentificeerd kan worden en werkt aan innovaties om reststromen door onvermijdbare verspilling zo hoogwaardig mogelijk te hergebruiken.

Een ander voorbeeld is de *B2B Marktplaats voor Goed Voedsel* van de stichting Samen tegen Voedselverspilling. Deze marktplaats brengt aanbieders, verwerkers en afnemers van voedsel binnen de levensmiddelenindustrie en retail samen. Producenten, handelspartijen en bedrijven uit de levensmiddelenindustrie kunnen hun te verwachten overschotten aanbieden, bedrijven met verwerkingscapaciteit of ideeën voor de ontwikkeling voor productconcepten kunnen zich aanmelden om voedsel te verwerken en afnemers kunnen hun interesse in het afnemen van voedselproducten kenbaar maken.

3.4.5 Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS

Datadeling de agrifoodsector vindt op verschillende manieren en niveaus plaats en draagt op verschillende manieren bij aan een circulariteit. Binnen een levensmiddelenketen wordt data tussen schakels gedeeld om o.a. productinformatie zoals houdbaarheid over te dragen en levensmiddelen traceerbaar te maken. Dit is noodzakelijk om reststromen optimaal te kunnen verwerken, omdat dit de samenstelling van reststromen inzichtelijk maakt en bepaalt op welke manier reststromen zo hoogwaardig mogelijk hergebruikt kunnen worden (houdbaarheidsinformatie bepaalt bijv. of voedingsmiddelen nog als voeding gebruikt kunnen worden, of op een andere manier verwerkt moeten worden). Voor een circulaire keten is het ook van belang dat vraag en aanbod bij elkaar komen: niet ieder bedrijf zal zelf in staat zijn om reststromen te hergebruiken. Een data-infrastructuur zoals geschetst in Figuur 9 zou dit mogelijk kunnen maken. Bedrijven kunnen informatie over hun reststromen uploaden in de gedeelde database, waar verwerkers van reststromen deze reststromen kunnen vinden. Ook initiatieven zoals de B2B Marktplaats voor Goed Voedsel en bedrijven zoals Milgro spelen in op het bij elkaar brengen van vraag naar en aanbod en aanbod van reststromen binnen de levensmiddelenketen. Het voorbeeld van de KringloopWijzer focust daarentegen op circulariteit binnen een ketenschakel, namelijk individuele melkveebedrijven aan het begin van de zuivelketen.

In de levensmiddelenindustrie reist een deel van de data over een product mee met het product door de keten. Bij eindproducten moet bijvoorbeeld informatie over de herkomst bekend zijn. Soms komt het voor dat specifieke informatie bij de leverancier blijft, zoals bij het voorbeeld van medicijngebruik van varkens in de varkensketen.

Vertaling naar de bouwsector zou inhouden dat grondstof-, materiaal- of onderdelendata overgedragen wordt bij levering. Het gebruik van een materialenpaspoorten zoals omschreven in de Leidraad van Platform CB '23 zou daar geschikt voor zijn. Het one step back – one step forward principe zou inhouden dat schakels in de bouwketen bij moeten houden waar zij hun grondstoffen, materialen en onderdelen vandaan halen en aan wie zij hun product afleveren. Aanvullende informatie zou bij de voorgaande schakel opgehaald kunnen worden. Echter is het grote verschil met de levensmiddelenindustrie dat het over objecten met een zeer lange levensduur gaat. Dit heeft gevolgen voor de opslagduur van informatie.

In de levensmiddelenindustrie is de rol van de overheid beperkt tot wetgeving en toezicht houden. Ook heeft dit toezicht geen betrekking op de manier waarop gegevens vastgelegd worden. In de bouw zijn het de Inspectie Leefomgeving en Transport en op regionaal niveau gemeenten die toezicht houden. Een mogelijke rol voor Rijkswaterstaat zou liggen in het stimuleren van de ontwikkeling en het gebruik van een gedeelde data-infrastructuur (zie bijv. Figuur 9), wat het delen van data in de keten en het bijeen brengen van vraag en aanbod kan ondersteunen.

Het idee achter de KringloopWijzer is dat bedrijven inzicht krijgen in de mate waarin mineralen verspild en gebruikt worden binnen hun bedrijfsprocessen om zo hun milieuprestatie te berekenen. Voor de bouw zou dit kunnen betekenen dat bouwbedrijven op project- of bedrijfsniveau een beeld krijgen van hun grondstoffen- (bijv. zand en grind) en

materialengebruik (bijv. bakstenen en glas) alsook van de verspilling hiervan. Dit is vergelijkbaar met het SmartWaste initiatief in het Verenigd Koninkrijk. Zowel brancheorganisaties (net als bij de KringloopWijzer) als de markt (net als bij SmartWaste) zouden een rol kunnen spelen in de ontwikkeling van een soortgelijk instrument en bijhorende database. Het gebruik van de KringloopWijzer wordt verplicht door zuivelorganisaties, oftewel de afnemers van de melkproducten van melkveehouders. RWS kan als grote opdrachtgever in de GWW-sector het gebruik van zo'n managementinstrument bij aanbestedingen verplicht stellen.

3.5 Internationaal - Auto-industrie

3.5.1 Context

De auto-industrie bestaat uit een aantal grote conglomeraten (Toyota, Volkswagen Group, Hyundai, General Motors en Ford zijn de grootsten in termen van omzet) [65]. Deze fabrikanten leunen ieder op complexe en lange 'supply chains'. Hoewel de autofabrikanten zelf gelden als concentratiepunten, zijn er ook verderop in de ketens partijen aan te wijzen waarop activiteiten zijn gecentraliseerd (denk aan partijen als Bosch en Siemens, die elektronica leveren).

De belangrijkste ontwikkeling in de auto-industrie is uiteraard de transitie naar duurzamere en slimmere mobiliteit. De overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen, waarbij met name de elektrische auto voorop staat (maar ook alternatieven, op basis van waterstof, synthetisch gas of mierenzuur worden onderzocht). Verslimming van mobiliteit (het beter op elkaar laten aansluiten van modaliteiten, deelconcepten en zelfrijdende auto's) dragen enerzijds bij aan de duurzaamheidsuitdaging en anderzijds aan het invullen van groeiende mobiliteitsbehoefte.

Waar het in de auto-industrie gaat om massaproducten, is dat in de bouwsector minder het geval. Er is in de auto-industrie een sterkere mate van centralisatie van partijen die verantwoordelijk zijn voor het eindproduct. De toeleveringsketens zijn echter van vergelijkbare complexiteit.

3.5.2 Parts provenance, targeted recall en circulariteit

In de auto-industrie zijn op hoofdlijnen drie doelen te herkennen bij het opslaan en verwerken van data over materialen en onderdelen, namelijk: *parts provenance, targeted recall en circulariteit*.

Fundamentele datastrategie

Parts provenance

Is een onderdeel wel authentiek/gecertificeerd, en komen grondstoffen uit een verantwoorde bron? De doelstelling is hier enerzijds het beperken van de aansprakelijkheid van de leverancier (wanneer er iets misgaat met ongeautoriseerde onderdelen is de leverancier gevrijwaard). Anderzijds gaat het om zekerheid ten aanzien van onderdelen die de leverancier zelf inkoop.

Voorbeelden van deze toepassing:

- MOOG VeriPart is een supply chain marktplaats gebaseerd op blockchain technologie [66]. Er wordt gegarandeerd dat onderdelen op deze marktplaats authentiek zijn en gecertificeerd zijn op het gebied van intellectueel eigendom en materialen.
- Responsible Sourcing Blockchain Network. Een samenwerking tussen RCS Group en (onder andere) Volkswagen [67] [68]. Bij deze toepassing wordt ook van blockchain

gebruik gemaakt om alle onderdelen binnen de supply chain volledig te kunnen traceren en om metalen duurzamer in te kopen.

- CERA-platform voor grondstoffencertificering [69]. Dit platform is vergelijkbaar met het Responsible Sourcing Blockchain Network.
- BMW PartChain, een platform dat traceren van onderdelen in de supply chain van BMW mogelijk maakt [70].
- MOBI, een open consortium dat tracering en andere diensten op basis van blockchaintechnologie wil aanbieden [71].

Targeted recall

Wanneer een defect wordt geconstateerd in een bepaalde batch van een onderdeel, dan moet dit worden vervangen, en de auto's waarin het onderdeel wordt gebruikt worden teruggeroepen naar de garage. De gegevens zouden ook gebruikt kunnen worden voor zaken als betrouwbaarheidsanalyses.

Circulariteit

Het recyclen van auto-onderdelen. In de auto-industrie bestaat een levendig circuit van hergefabriceerde onderdelen ("refurbished" is een term die in andere industrieën terugkeert) [72]. Onderdelen die door sloperijen worden verzameld vinden hun weg terug naar de fabrikant (via "reverse logistics"). In Figuur 10 is weergegeven hoe onderdelen worden hergebruikt bij Renault. Beschadigde onderdelen worden hergebruikt voor reparaties van bestaande auto's.



Figuur 10 Hergebruik van onderdelen binnen de auto-industrie; situatie Renault (bron: Ellen MacArthur Foundation)

Aangezien ruwe materialen het overgrote deel van de kosten vormen bij de productie van een auto ligt recycling hiervan voor de hand [73]. Een aantal initiatieven is in kaart gebracht

door de Europese stakeholdergroep circulaire economie [74]. Opvallend is dat bij de daar genoemde initiatieven (specifiek voor de autosector) auto's "as is" worden gerecycled (en er dus geen aanvullende data over de betreffende auto bij komt kijken). Wel zijn er voorschriften voor demontage [75], en delen ontmantelingsbedrijven onderling 'best practices' en wordt capaciteit gepoold [76]. Er wordt melding gemaakt van ontmantelingsbedrijven die de standaardprocessen voor ontmanteling niet (volledig) opvolgen, met suboptimaal resultaat [77].

Dataverzameling

Data rondom grondstoffen en onderdelen worden door de toeleverancier aangeleverd aan de autofabrikant. In de andere richting kan het gaan om statistieken over uitval van componenten. Het genereren van serienummers en VIN-nummers ligt bij respectievelijk de toeleverancier en de autofabrikant. Standaardisatie vindt met name binnen hetzelfde autoconglomeraat plaats. Alleen bepaalde basale industriebrede zaken (VIN-nummers, OBD-poort, CAN-bus) zijn (beperkt) gestandaardiseerd.

Rondom circulariteit worden gegevens verzameld op het Urban Mine Platform [78]. Hier zijn gegevens te vinden over stromen van afval- en grondstoffen, en kan bijvoorbeeld worden gevonden hoeveel ton zilver er verwerkt zit in auto's die uit circulatie gaan. De data lijkt voornamelijk afkomstig te zijn van statistische bureaus (wat doet vermoeden dat gebruik is gemaakt van gegevens van RDW in combinatie met modelgegevens).

Databeheer en -gebruik

Het beheren van data rondom een specifieke auto vindt op drie manieren plaats:

- Registratie op of aan de onderdelen/auto (in de vorm van serienummers, merktekens, onderhoudsboekjes, et cetera).
- Registratie bij een overheid (bijvoorbeeld bij de RDW; deze houdt op kenteken diverse technische eigenschappen van een auto bij, waaronder modelnummer en variant, en kan terugroepacties koppelen aan specifieke kentekens). Zodra een auto uit circulatie wordt genomen wordt dit bij RDW geregistreerd (en hiertoe heeft de voertuigeigenaar ook een prikkel: zonder afmelding moet deze immers wegenbelasting blijven betalen). Het beschikbaar komen van grondstoffen zou dus op deze manier kunnen worden gesignaleerd.
- Registratie bij de autofabrikant en toeleveranciers (op serie/VIN-nummer, of onderdeelniveau).

Autofabrikanten delen data vrijwel uitsluitend binnen de eigen groep en toeleveringsketen. De registratie van onderdelen aan de zijde van de autofabrikant kan zich uitstrekken tot de toeleveranciers; een voorbeeld is PearlChain, een ERP-systeem dat door (onder andere) VDL Nedcar wordt gebruikt, en waarin toeleveranciers rechtstreeks data kunnen toeleveren [79].

Proces

De autofabrikanten delen vrijwel uitsluitend data binnen de eigen gelederen en met toeleveranciers. Gedreven door kosten standaardiseren zij grote delen van productieprocessen en onderdelen. Een voorbeeld is het MQB-platform van Volkswagen [wikipedia.org], wat een basis is voor een groot scala aan automodellen (Audi Q3 tot aan de Seat Ibiza). Dergelijke standaardisatie is overigens wel voordelig wanneer het gaat om circulariteit, aangezien het de herbruikbaarheid van modules (denk aan een airco-eenheid) vergroot en het aantal verschillende onderdelen (en daarmee de diversiteit in methoden voor recycling) verkleint. Standaardisatie tussen autofabrikanten vindt zoals gezegd nauwelijks plaats. Er bestaan wel enkele technische standaarden (onder andere de CAN-bus, het VIN-nummer en de OBD-poort voor het uitlezen van voertuiggegevens zijn gestandaardiseerd).

Initiatieven op het vlak van supply chain traceability zijn de afgelopen tijd actueel en veelal geïnitieerd op basis van blockchain. Hoewel blockchain als technologie de authenticiteit van de data zou kunnen waarborgen, is de technologie geen volledige oplossing (zo moet de informatie die in een dergelijke blockchain wordt geplaatst natuurlijk ook authentiek zijn). De blockchainbeweging leidt echter wel tot nieuwe en grotere aandacht voor gegevensuitwisseling tussen partijen.

Autofabrikanten verzamelen tot slot in toenemende mate informatie over de rijdende vloot. Veel auto's zijn inmiddels 'connected' met de fabrikant (o.a. BMW ConnectedDrive en Tesla). Ook hier is de autofabrikant de centrale spil. Het verzamelen en opslaan van informatie is in dit model de verantwoordelijkheid van autofabrikanten; toeleveranciers leveren data aan. Deze gecentraliseerde aanpak is efficiënt, omdat (afgezien van de toelevering van informatie door de toeleveranciers) nauwelijks informatie tussen organisaties hoeft te worden uitgewisseld.

De hier beschreven opzet schaaft zeer goed internationaal: de conglomeraten kunnen de data en processen grotendeels zelf inrichten en naar eigen wens inrichten. Uitwisseling *tussen* bedrijven in verschillende supply chains/conglomeraten is echter zeer complex, juist omdat de processen van de verschillende groepen rigide en sterk 'customized' zijn.

3.5.3 International Material Data System

Het International Material Data System (IMDS) is een database met informatie over alle aanwezige materialen in geproduceerde auto's. De ontwikkeling van dit systeem is een gezamenlijk initiatief geweest van Audi, BMW, Daimler, EDS (nu DXC Technology), Ford, Opel, Porsche, Volkswagen en Volvo. Na de opzet van het IMDS in 2000 hebben ook andere fabrikanten zich aangesloten. Het IMDS geldt nu als globale standaard die door bijna alle autofabrikanten wordt gebruikt.

Het IMDS is gericht op *compliance*. Autofabrikanten moeten aan vele wettelijke verplichtingen voldoen, waarvoor ze moeten rapporteren over de inhoud van hun voertuigen. Dit zijn bijvoorbeeld de End-of-Life Vehicles Directive (2000/53/EC) en de REACH verordening (1907/2006) voor de registratie en beperking van chemische stoffen (zie ook de Global Automotive Declarable Substance List). Ook zijn er in sommige delen van de wereld regels vereisten met betrekking tot de recycleerbaarheid en het hergebruiken van auto-onderdelen. Het IMDS geldt als hulpmiddel om aan deze rapporteringsverplichtingen te voldoen. Het gebruik van het IMDS is gratis voor alle bedrijven die deel uit maken van de supply chain van de aangesloten autofabrikanten.

Fundamentele datastrategie

Het doel van het IMDS is het ondersteunen van autofabrikanten in het voldoen aan wettelijke rapporteringsverplichtingen. Het IMDS bevat informatie over:

- De classificatie van materialen
- Normen/standaarden die van toepassing zijn
- Normen van de autofabrikant die van toepassing zijn
- Materiaalsymbolen die van toepassing zijn
- Specifieke vereisten van klanten (leveranciers verder in de keten of de uiteindelijke autofabrikant)
- Hoeveelheid gebruikte materialen (informatie op (semi-)componentenniveau)
- Eventueel de hoeveelheid gerecycled materiaal (informatie op (semi-)componenten)

Autofabrikanten kunnen specifieke eisen stellen aan de informatie van hun leveranciers, zoals over welk type onderdelen materiaalinformatie opgenomen moet worden in het IMDS en de informatie die ze als verplicht of optioneel zien.

Dataverzameling

Leveranciers in de supply chain zijn verantwoordelijk voor het verzamelen van informatie over alle inkomende materialen en componenten. De leveranciers (bijv. first-tier supplier¹¹) leveren informatie aan over hun product in het IMDS. Indien hun eigen leveranciers (second-tier supplier) materiaalinformatie gepubliceerd hebben, kunnen de leveranciers (first-tier supplier) refereren naar deze informatie. Als dit niet het geval is dienen leveranciers (first-tier) de informatie op te vragen bij hun leverancier (second-tier) of de materiaalinformatie zelf op te stellen.

Leveranciers bieden informatie aan in het IMDS in de vorm van een material datasheet (MDS), waarvoor het IMDS een format biedt. Een datasheet is opgesteld op materiaalniveau, semi-componentniveau of componentniveau. Binnen een datasheet wordt het materiaal of de component uitgesplitst tot het niveau van 'basic substances'. De MDS moet in ieder geval in het Engels ingevuld worden. Andere talen zijn optioneel. Bij sommige materialen gelden er standaarden m.b.t. de weergave van materiaalnamen en materiaalnummers (bijv. voor staal: Steel/Iron List, EN 10027, JIS norms, e.g. STM-C 540). Als dergelijke standaarden niet bestaan voor het betreffende materiaal, moet er een beschrijvende naam gekozen worden (Bijv. adhesive layer). Alle datasheets krijgen een identificatienummer en een versienummer.

De verantwoordelijkheid voor de controle van de kwaliteit van de informatie in datasheets ligt bij de makers van de datasheets. Er wordt aangeraden dat de leveranciers die een product (materiaal of component) daadwerkelijk fabriceren de bijhorende MDS opstellen (en dus niet van de materialen die zij ontvangen van hun leveranciers). Wel zijn er enkele validatiechecks (bijv. manier waarop een veld ingevuld is, percentages die niet optellen tot 100%) die vanuit het IMDS zelf uitgevoerd worden. Checks vanuit het IMDS dienen enkel om aan te duiden naar welke informatie nader gekeken moet worden. Er is altijd nog een persoonlijke controle nodig.

Databeheer

Alle materialen die in de voertuigen van de aangesloten autofabrikanten gebruikt worden, worden in het IMDS opgeslagen en gearchiveerd (indien een MDS niet meer actief is). Data sheets kunnen verwijderd worden door de maker van de MDS. Verwijderde data sheets worden inactief gemaakt en gearchiveerd, maar verdwijnen niet. Vanuit andere data sheets kan er namelijk nog wel naar de betreffende MDS gelinkt kan worden. Of er een maximale bewaartermijn geldt voor gearchiveerde data sheets is niet duidelijk.

Data sheets kunnen alleen gewijzigd of verwijderd worden door de maker van de MDS of IMDS-gebruikers uit hetzelfde bedrijf als de maker van de MDS. Leveranciers van materialen of componenten dienen hun data sheets te updaten als er iets aan het materiaal of de component verandert. Dit kan door een nieuwe MDS te maken (nieuw identificatienummer), of door een nieuwe versie van een bestaande MDS te maken. Autofabrikanten kunnen richtlijnen hebben voor het gebruik van één van deze opties. Zo specificeert BMW dat er bij bijv.

¹¹ Een first-tier supplier levert direct aan de autofabrikant. Een second-tier supplier levert aan de first-tier supplier, enzovoorts.

een wijziging van >5% in het gewicht van een gebruikt materiaal een nieuwe versie van de MDS gemaakt dient te worden zolang de component hetzelfde onderdeelnummer behoudt.

Datadeling

Bijna alle datasheets worden intern vrijgegeven, dat wil zeggen dat alle gebruikers binnen het bedrijf dat een MDS aanmaakt de MDS kunnen inzien. Om een MDS te delen met afnemers of de uiteindelijke autofabrikant, moeten deze klanten in het IMDS toegevoegd worden als ontvanger van de specifieke MDS. Als zij de MDS ontvangen, kunnen ze, indien er informatie mist of onjuist lijkt, de MDS afwijzen en de verzender verzoeken wijzigingen te maken. Enkel data sheets van standaard componenten die aan veel verschillende afnemers verkocht worden, worden openbaar beschikbaar gemaakt.

Proces

Het IMDS is een marktinitiatief. Autofabrikanten hebben dit systeem gezamenlijk opgezet om te kunnen voldoen aan wettelijke rapporteringsverplichtingen inzake de aanwezige materialen in geproduceerde auto's. Zij stellen hierbij eisen aan de componentinformatie die ze van hun leveranciers (first-tier) ontvangen, die op hun beurt deze eisen kunnen doorvertalen naar hun leveranciers (second-tier), enzovoorts. Het IMDS is ontwikkeld door DXC Technology (een IT-bedrijf; voorheen EDS), één van de initiatiefnemers van het systeem. DXC Technology host het IMDS en wordt hiervoor gefinancierd door de aangesloten autofabrikanten. Overheidsorganen hebben, buiten het stellen van de wettelijke verplichtingen waartoe dit systeem is opgezet, geen rol in deze datastrategie.

De informatielast bij deze strategie verdeeld over de hele keten. Iedere leverancier in de keten levert de informatie over zijn producten aan. Deze informatie kan worden hergebruikt door afnemers van de producten, die het materiaal of de component vervolgens verwerken in hun eigen producten. Het gaat hier om een schaalbare strategie, gezien het IMDS op globaal niveau door bijna alle autofabrikanten en hun supply chains gebruikt wordt.

3.5.4 Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS

Ten opzichte van de casus rondom circulariteit van bouwmaterialen zien we de volgende relevante verschillen en overeenkomsten:

- In de auto-industrie is sprake van een hoge mate van centralisatie rondom de autoconglomeraten, met complexe supply chains. In zekere zin is dit vergelijkbaar met de bouwsector.
- Het product is in de autosector sterk gestandaardiseerd (waarbij een groot aantal modellen op basis van hetzelfde platform wordt geproduceerd). In de bouw (zeker in civiele werken) ligt de nadruk op "one-offs" en standaardisatie op een lager niveau.
- Circulariteit kan (vanwege het volume) worden georganiseerd rondom deze platforms, door de fabrikanten zelf. De autofabrikant is de centrale spil; er hoeft dan ook weinig data te worden uitgewisseld.
- De levensduur van een auto (10-30 jaar) is veel kleiner dan die van bouwwerken.

Vertaald naar circulaire bouwmaterialen zou een aannemer in het "automodel" alle informatie bijhouden over alle bouwwerken, en de materialen bij einde levensduur van het bouwwerk terugnemen en recyclen. Dit model lijkt voor de bouwsector minder efficiënt, omdat er minder sprake is van gestandaardiseerde onderdelen maar (meer) van grondstoffen, en doordat er veel grotere uitwisselbaarheid is tussen aannemers (in feite kan iedere aannemer aan de slag met grondstoffen).

In een model als deze zou RWS geen rol spelen in de dataketen zélf – dat is immers een taak voor de ‘fabrikanten’ (aannemers en leveranciers in de supply chain). RWS zou uiteraard wel, als grote klant, kunnen vereisen dat fabrikanten deze taken daadwerkelijk vervullen. In de bouwsector speelt uitwisseling *tussen* aannemers/leveranciers een zeer grote rol; dat is in het hier beschreven model niet aan de orde. RWS zou dan ook op dit vlak een centrale rol kunnen vervullen (al zijn er ook modellen mogelijk waarin juist de aannemers/leveranciers dit onderling oppakken).

Toepassing van een systeem als het IMDS in de bouwsector zou de ontwikkeling van een centrale database vereisen waarin alle leveranciers van grondstoffen, materialen en onderdelen vereisen dat zij hun productinformatie aanleveren in een centrale database. Een verschil is dat het in de bouw om maatwerkproducten gaat, waar er in de auto-industrie sprake is van een bepaalde hoeveelheid modellen. De omvang van zo’n database kan dus, afhankelijk van de schaal waarom het in de bouw toegepast zou worden, behoorlijk oplopen.

3.6 Internationaal – Chemische industrie

3.6.1 Context

Een sector waarin er ook meer aandacht komt voor de circulaire economie is de chemische industrie. Aangezien de chemische industrie toeleverancier is van andere industrieën, kan er indirect een grote impact worden gemaakt op het gebied van duurzaamheid. Volgens een schatting heeft de chemische industrie de potentie om het energieverbruik in de Europese Unie met 37% te verlagen in de komende tien jaar [80]. Zo is BASF actief bezig om zijn processen circulair te maken, bijvoorbeeld door de bijproducten van bepaalde processen als input voor andere processen te gebruiken en door meer bio-based materialen te gebruiken [81]. Daarnaast wordt de mogelijkheid onderzocht om chemische stoffen te leasen in plaats van deze te kopen [82].

3.6.2 SCIP database (*Substances of Concern In articles as such or in complex Products*)

De European Chemicals Agency (ECHA) heeft een prototype van de SCIP (Substances of Concern In articles as such or in complex Products) database opgezet. Het doel hiervan is om de informatie van gevaarlijke chemicaliën vast te leggen en om de transitie te maken naar een veiligere circulaire economie [83]. Het hergebruiken van bepaalde materialen kan risico’s met zich meebrengen, als hierin gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Als chemische stoffen bijvoorbeeld kankerverwekkend zijn, giftig om te herproduceren of niet afbreekbaar zijn, worden ze door de ECHA als SVHC aangemerkt (substance of very high concern). Bedrijven die producten leveren met gevaarlijke stoffen die als SVHC zijn aangemerkt, zijn vanaf 5 januari 2021 verplicht om informatie over deze producten aan te leveren aan ECHA [84].

De SCIP database heeft als doel om de transitie naar de circulaire economie te bevorderen, middels de volgende punten [85]:

- Het verminderen van het genereren van afval met gevaarlijke stoffen, door het vervangen van deze gevaarlijke stoffen in producten met andere stoffen te stimuleren in de EU.
- Informatie beschikbaar maken over producten met schadelijke stoffen om afvalverwerking te verbeteren.
- Overheidsautoriteiten kunnen het gebruik van schadelijke chemicaliën in producten beter monitoren en kunnen gepaste maatregelen nemen gedurende de gehele levenscyclus van producten, waaronder in de fase van afvalverwerking.

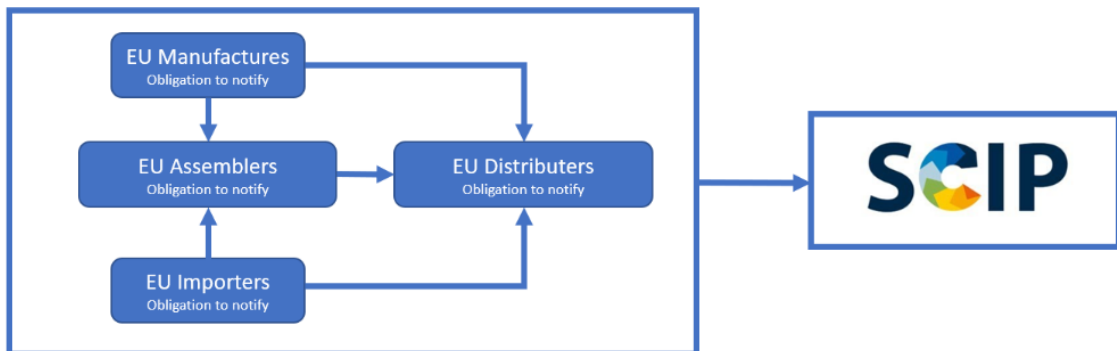
Fundamente datastrategie

Met de SCIP database kan bij het recyclen inzichtelijk worden gemaakt welke producten gevaarlijke chemicaliën bevatten. Hierdoor kan worden voorkomen dat deze stoffen terechtkomen in speelgoed, kleding of voedselverpakking [83]. De database komt voort uit de wetgeving van de EU Waste Framework Directive 2008/98/EC en is onderdeel van het beleid van de EU op het gebied van de circulaire economie. Later in het jaar wordt de database nog verbeterd en worden er nieuwe features toegevoegd, voordat de database in oktober definitief wordt ingevoerd en bedrijven verplicht data moeten aanleveren vanaf januari 2021.

De volgende informatie moet worden verstrekt voor de SCIP database:

- Informatie waarmee het product kan worden geïdentificeerd.
- De naam, de concentratie van en de locatie van de SVHC (de gevaarlijke chemicaliën) in het product.
- Andere potentiële informatie over het veilig gebruik van het product.

In Figuur 11 staan de actoren weergegeven waarvan ECHA data verzamelt voor de SCIP database. Producenten, assemblers, importeurs en distributeurs in de EU zijn verplicht om informatie aan te leveren aan ECHA als een product een gevaarlijke SVHC stof bevat, in een hogere concentratie dan 0,1%.



Figuur 11 SCIP Database aanleveren van data door producenten, assemblers, importeurs en distributeurs in de EU. Bron: [Ecomatters](#)

De data in de database wordt openbaar gemaakt, zodat afvalverwerkers en consumenten hiervan gebruik kunnen maken. Er wordt wel een uitzondering gemaakt voor bedrijfsgevoelige informatie. Bepaalde benodigde data wordt niet openbaar gemaakt, zoals bijvoorbeeld data die links tussen actoren in de waardeketen blootlegt. Ook worden concentraties van schadelijke stoffen in producten niet als exacte getallen weergegeven, maar als een range [85].

Dataverzameling en -beheer

De SCIP database wordt beheerd door ECHA. Om data aan de database toe te voegen, moeten bedrijven een ECHA account hebben. Er vindt een automatische validatie van de data plaats, maar ECHA voert zelf geen checks uit of de aangeleverde data correct is. Wel biedt de organisatie een IT-tool aan waarmee bedrijven zelf de informatie kunnen valideren [85]. Daarnaast kunnen bedrijven de aangeleverde informatie in de dataset updaten. De opslagduur van de data is onduidelijk evenals hoe de data wordt beveiligd.

Rondom de SCIP database zijn al initiatieven ontstaan om het aanleveren van data gemakkelijker te maken. Met een tool van BOMcheck kunnen bedrijven bijvoorbeeld de aangeleverde data van hun leveranciers hergebruiken middels een blockchain web database system [86]. Er wordt ook een tool gebaseerd op SAP aangeboden aan om het aanleveren

van de data aan ECHA gebruiksvriendelijker te maken [87]. Bedrijven kunnen dus gebruik maken van verschillende diensten om het aanleveren van data aan de SCIP database gemakkelijker te maken.

Het format dat wordt gebruikt voor de SCIP database is gebaseerd op XML en de eisen die voortvloeien uit de Waste Framework Directive 2008/98/EC. Dit format is compatibel met IUCLID, een tool ontwikkeld door ECHA in samenwerking met OESO om data over chemicaliën te standaardiseren [88]. Op de website van ECHA is een uitgebreide handleiding te vinden over het format voor bedrijven die de data moeten aanleveren [89].

Datagebruik

De data in de SCIP database zal worden gebruikt door afvalverwerkers, zodat materialenstromen 'opgeschoond' kunnen worden voordat er recycling en hergebruik plaatsvindt, om zo de transitie te maken naar een veiligere circulaire economie. Daarnaast zorgt de verbeterde zichtbaarheid van gevaarlijke stoffen in producten ervoor dat consumenten beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen bij de aankoop van producten en dat ze beter geïnformeerd zijn over hoe de producten het beste gebruikt en weggegooid kunnen worden [90].

Proces

De organiserende partijen achter de SCIP database zijn ECHA en de EU. Vanuit de Waste Framework Directive van de EU als onderdeel van het beleid van de EU op het gebied van de circulaire economie kwam de taak aan ECHA om een database te ontwikkelen met informatie over producten die zeer schadelijke stoffen bevatten [91]. De eisen aan de informatie die moet worden verstrekt aan ECHA zijn ontwikkeld op basis van wettelijke eisen en consultaties van ECHA met de Europese Commissie, EU-lidstaten en stakeholders [90]. Verder is er voor de EU-lidstaten een rol weggelegd om middels de SCIP database in te grijpen bij producten die zeer schadelijke stoffen bevatten en om erop toe te zien dat leveranciers van producten met schadelijke stoffen zich houden aan het Waste Framework Directive en de benodigde informatie leveren voor de database [85].

3.6.3 Relevantie voor de CE-datastrategie van RWS

De SCIP database is een initiatief vanuit de EU om de circulaire economie in de chemische industrie te bevorderen. Hiervoor wordt data aangeleverd van onder andere producenten, importeurs en distributeurs van producten met schadelijke stoffen. In een rapport van het RIVM worden er drie uitdagingen vastgesteld bij de overgang naar een circulaire economie als het gaat om zeer schadelijke stoffen. Door de gehele productketen moet informatie over de gebruikte stoffen gedeeld worden, alle partijen moeten ervoor zorgen dat materialen en producten veilig kunnen worden hergebruikt en alle betrokkenen moeten verantwoord omgaan met producten en materialen die schadelijke stoffen bevatten [92].

Er zijn verschillende databases en informatiebronnen die kunnen worden gebruikt voor het monitoren van zeer schadelijke stoffen. Naast de SCIP databases zijn dit bijvoorbeeld 'Waarzitwatin' en 'Substances in Preparations in Nordic Countries'. De informatie uit deze bronnen geeft echter geen compleet beeld van de keten, want de informatie is voornamelijk gericht op de productiefase. Daarnaast wordt er met grenswaardes gewerkt, waardoor er geen informatie beschikbaar is over producten met concentraties lager dan deze grenswaarde. Bij het invullen van een CE-datastrategie is het aan te bevelen om niet met grenswaardes te werken, zodat er complete informatie beschikbaar is over producten en materialen. Verder wordt de SCIP database nog aangepast en verbeterd waar nodig is. Met het oog op de toekomst is het goed om de database flexibel te houden en zo nog aanpassingen te kunnen maken aan bepaalde aspecten.

4 Conclusie

4.1 Beantwoording onderzoeksvragen

De onderzoeksvraag die centraal staat in dit onderzoek, is de volgende:

4.1.1 Hoe kan Rijkswaterstaat leren van datastrategieën uit andere sectoren en landen?

Bij circulariteit draait het om het slim hergebruiken van materialen. Hiervoor zijn actuele en betrouwbare gegevens nodig over beschikbaarheid van materialen. Doordat materialen continu vrijkomen, en er in de sector een zeer groot aantal verschillende (en verschillende soorten) partijen betrokken is, is dit een behoorlijke opgave.

De in dit onderzoek geanalyseerde cases vormen een divers palet aan mogelijke implementaties en -modellen. Met name de cases met een datastrategie op systeemniveau zijn hierbij relevant. In het VK en Duitsland is data-uitwisseling op het vlak van bouwmaterialen relatief ver uitgewerkt. Voor wat betreft standaardisatie van bijvoorbeeld uitwisselformaten en datamodellen kan daarbij en bij BAMB2020 worden aangesloten. De belangrijkste keuzes voor Nederland bevinden zich dan ook niet op het inhoudelijke, maar op het organisationele vlak: hoe wordt de data beheerd en opgeslagen, en wat is de rol van RWS daarin? In de deelvragen gaan we in op deze aspecten.

4.1.2 Hoe is in de andere sectoren, en in andere landen de (CE-)datastrategie ingericht?

Tabel 2 geeft een overzicht weer van de bestudeerde casussen met betrekking tot de circulaire aspecten waar zij op aangrijpen, het niveau waarop de datastrategie zich richt (bijv. keten- of systeemniveau) en de kern van de datastrategie.

De datastrategieën richten zich op verschillende aspecten die van belang zijn voor een circulaire economie. Zo zijn er bijvoorbeeld casussen waarin het vastleggen van materiaal informatie centraal staat ten behoeve van hergebruik (bijv. BAMB2020), casussen waarin circulair ontwerpen/bouwen ondersteund wordt (bijv. Duitsland – BIM/DGNB) en casussen die gericht zijn op het in kaart brengen van materiaalstromen (bijv. VK – National Materials Database) of afvalstromen (bijv. Agrifoodsector – Verwerking reststromen).

De meeste datastrategieën richten zich op het niveau van objecten en/of ketens. Strategieën gericht op objectniveau zijn primair gericht op het vastleggen van informatie over een betreffend object (bijvoorbeeld een gebouw, onderdeel of materiaal). Bij datastrategieën die focussen op ketenniveau staat datadeling binnen de keten centraal. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de agrifoodsector, waarin gegevens binnen de keten meereizen met producten. Het één sluit het ander niet uit: strategieën gericht op objectniveau kunnen ook leiden tot een verbeterde datadeling binnen de keten. De strategieën zijn over het algemeen beperkt gericht op datadeling *tussen* verschillende ketens en meer op datadeling ten behoeve van transparantie binnen de keten en ketenoptimalisatie (bijvoorbeeld de agrifoodsector en auto-industrie). Sommige strategieën bieden wel mogelijkheden tot datadeling tussen ketens, zoals BAMB2020 en de NDT-strategie. Ook vormen de strategieën die beogen vraag en aanbod van materialen bij elkaar brengen (zoals de verschillende marktplaatsen voor materialen) de verbinding tussen het eind van de ene keten en het begin van een andere keten. Daarnaast zijn er strategieën die onder meer gericht zijn op het in kaart brengen van circulariteit op organisatieniveau zoals SmartWaste (VK) en de KringloopWijzer (agrifoodsector), en strategieën die kijken naar circulariteit op systeemniveau. Voorbeelden hiervan

zijn de National Materials Datahub (VK) en de National Digital Twin strategie (VK). Deze strategieën zijn onder meer relevant in relatie tot het in kaart brengen van materiaalstromen in specifieke gebieden en het bij elkaar brengen van de vraag naar en het aanbod van materialen.

Vaak wordt er gekozen voor een gecentraliseerde aanpak waarin de verzamelde data op één centraal punt opgeslagen wordt. Bij sommige strategieën wordt een gedeeltelijk gedistribueerde aanpak toegepast waarbij koppelingen worden gemaakt met externe databronnen om dubbele gegevensinvoer te voorkomen en de betrouwbaarheid van de data te verhogen. Deze gegevens blijven dan ook opgeslagen op de externe locatie. Eén strategie gaat uit van een bijna volledig gedistribueerde aanpak, namelijk de National Digital Twin strategie uit het VK. Bij deze strategie, die nog volop in ontwikkeling is, worden de individuele digital twins gedistribueerd opgeslagen en kunnen ze via een centraal platform opgehaald worden.

De verantwoordelijkheid voor het aanleveren van de data wordt over het algemeen belegd bij de 'datahouder' (de actor die over de gegevens beschikt), bijvoorbeeld een beheerder van een object of een fabrikant van een product. Soms is dit op vrijwillige basis (bijv. BAMB2020), maar soms ook verplicht. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de SCIP database (chemische industrie) en de KringloopWijzer (agrifoodsector).

Bij de meeste strategieën is het gebruiken van data mogelijk via de centrale opslagplaats. Gebruikers kunnen de gewenste data daar ophalen. Dataleveranciers kunnen veelal bepalen welk type of welke specifieke gebruikers hun data kunnen inzien (en eventueel kunnen wijzigen).

De rol van de overheid verschilt sterk. In de agrifoodsector, auto-industrie en bij de DGNB Navigator in Duitsland is de rol van de overheid beperkt en is er vooral sprake van initiatieven vanuit de sector. In de chemische industrie heeft de overheid een sterke rol; in relatie tot de SCIP-database treedt de Europese overheid regulerend en organiserend op, gezien het feit dat ECHA als agentschap van de EU de database ontwikkelt en beheert en de aanlevering van gegevens verplicht wordt gesteld. Bij zowel de BAMB2020 casus als de NDT-strategie in het VK is de overheid één van de deelnemende partijen in de ontwikkeling van de strategie en neemt ze zowel een initiërende als demonstrerende rol aan. De NMDhub-strategie in het VK lijkt daarentegen volledig gestuurd en uitgevoerd te worden door de overheid. In Duitsland geldt dit ook voor OKSTRA.

Uit de beschikbare informatie van de casussen wordt niet expliciet duidelijk hoe er wordt omgegaan met de langdurige opslag van gegevens. In de bouw is dit een relevant vraagstuk, gezien het hier om objecten met een lange levensduur gaat. Daarnaast wordt er in veel van de casussen benoemd op welke typen informatie de datastrategie zich richt (zie ook volgende paragraaf). Er wordt echter niet expliciet aangeduid welke informatie gezien kan worden als *need to have* en welke informatie eerder *nice to have* is.

Tabel 2 Vergelijking bestudeerde casussen

Casus	CE-aspect	Niveau data-strategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
VK – National Digital Twin	Mogelijk circulair ontwerpen, vastlegging materiaalinformatie, levensduurverlenging	Object- en uiteindelijk systeemniveau (combinatie van verschillende infrastructuren)	Gedistribueerde vastlegging assetinformatie in gestandaardiseerd format, centraal te raadplegen via interface	RWS kan bijdragen aan gemeenschappelijke kaders van programmalijn Digital Twins in Nederland. Inkoopkracht inzetten om het gebruik van digital twins in de GWW-sector te stimuleren. NDT-strategie kan zorgen voor aanzienlijke informatielast RWS, als digital

Casus	CE-aspect	Niveau data-strategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
	door optimaal beheer en onderhoud, end-of-life/afvalstromen			twins eveneens bij beheerder van het fysieke object wordt opgeslagen. Opslag op cloud platformen kan hier een oplossing zijn.
VK – National Materials Database	Materiaalvoorraden en -stromen	Systeemniveau (regionaal en/of landelijk)	Vastlegging informatie in centrale database, dataverzameling centraal georganiseerd	De dataverzameling van de NMD-hub, een centrale database, wordt centraal georganiseerd door enkele overheidsinstanties. De implementatie van een soortgelijke strategie betekenen zou voor RWS, indien RWS hierin een organiserende rol in zou nemen, een zekere informatielast opleveren. Een mogelijkheid is om in te spelen op bestaande, soortgelijke initiatieven (BoB van TNO).
VK – SmartWaste	Monitoren o.a. materiaalgebruik en afvalstromen	Objectniveau/organisatieniveau	Vastlegging informatie op individueel toegankelijk platform (managementtool), gebruiker verantwoordelijk voor aanleveren informatie	RWS kan als grote opdrachtgever in de GWW-sector het gebruik van een managementinstrument zoals SmartWaste bij aanbestedingen stimuleren of verplicht stellen.
VK - Marktplaatsen	End-of-life/Afvalstromen	Ketenniveau (koppeling eind en begin)	Vastlegging informatie op openbaar platform (marktplaats) waarop eigenaren informatie over vrijgekomen materialen aanbieden (en vragers kunnen vinden)	RWS kan het gebruik van dergelijke platformen stimuleren door het gebruik van aangeboden materialen of het aanbieden van vrijkomende materialen mee te nemen in de beoordeling bij aanbestedingen voor bouw, renovatie of sloop.
Duitsland – BIM/DGNB	Circulair ontwerpen, gebruik duurzame materialen bij bouw	Objectniveau/ketenniveau	Producenten leveren data van bouwmaterialen, vastlegging informatie in centrale database, ontwerpers krijgen hiermee inzicht in de duurzaamheid van producten	DGNB is een centrale database. Dit zorgt voor hogere kosten en informatielast, maar voorkomt versnippering van data. RWS moet hier een afweging in maken.
Duitsland - OKSTRA	Circulair maken van wegenbouw door vastleggen gestandaardiseerde informatie van objecten	Objectniveau/systeemniveau	Data over objecten in weginfrastructuur, betere informatiestroom tussen de processtappen onder actoren (wegenbouwbedrijven, transportautoriteiten en deelstaten)	Vergelijkbaar met OTL-RWS (objecttypenbibliotheek voor BIM-projecten). RWS kan samenwerking met BAST in Duitsland verkennen om nationale objectenbibliotheek te koppelen en circulaire economie in wegenbouw te versterken.
Internationaal – BAM2020	Circulair ontwerpen, vastlegging materiaal-informatie, end-of-life	Ketenniveau/objectniveau	Vastlegging informatie op een centraal platform waarbij koppelingen worden gemaakt met externe databronnen, spelers in de keten leveren informatie aan (vrijwillig)	Deze strategie kent een beperkte informatielast door het gedistribueerd opslaan van informatie in externe databronnen en één centraal punt voor materialenpaspoorten. Standardisatie zou de koppeling met een

Casus	CE-aspect	Niveau data-strategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
				grotere hoeveelheid externe databases vergemakkelijken. RWS kan bijdragen aan de vorming van/het bepalen van standaarden en het stimuleren van het gebruik hiervan en kan mogelijk een rol spelen in het organiseren van een centraal platform.
Agrifoodsector – Transparantie in de keten	Vastlegging materiaal-informatie	Ketenniveau	Informatie reist mee binnen de keten, gedeeltelijk (veelal nog) gedistribueerde vastlegging van informatie binnen eigen bedrijfsinformatiesystemen, gedeeltelijk gebruik van centrale database met sleutels (streepjescodes)	Een mogelijke rol voor RWS ligt bij het stimuleren van de ontwikkeling en het gebruik van een gedeelde data-infrastructuur, wat het delen van data in de keten en het bijebrengen van vraag en aanbod kan ondersteunen.
Agrifoodsector – KringloopWijzer	Monitoren mineralenstromen	Organisatieniveau/systeemniveau	Vastlegging informatie in centrale database in vast format, bedrijven zijn verplicht informatie aan te leveren	RWS kan als grote opdrachtgever in de GWW-sector het gebruik van een managementinstrument zoals de KringloopWijzer bij aanbestedingen verplicht stellen (zie ook SmartWaste managementtool)
Agrifoodsector – Verwerking reststromen	Afvalstromen; Monitoren materiaalgebruik en afvalstromen	Ke- tenniveau/organisatieniveau	Vastlegging informatie op openbaar platform (marktplaats) waarop eigenaren informatie over vrijgekomen materialen aanbieden (en vragers kunnen vinden); Vastlegging informatie op platform (managementtool), gebruiker verantwoordelijk voor aanleveren informatie	RWS kan het gebruik van dergelijke platformen stimuleren door het gebruik van aangeboden materialen of het aanbieden van vrijkomende materialen mee te nemen in de beoordeling bij aanbestedingen voor bouw, renovatie of sloop (zie ook VK – marktplaatsen).
Auto-industrie – Parts provenance, targeted recall en circulariteit	Vastlegging materiaal-informatie in de keten om duurzamer te produceren; end-of-life (recycling auto-onderdelen)	Ketenniveau	Gegevens van materialen in de keten vastleggen met blockchain/concernbreed ERP-systeem; gebruik van grondstoffen inzichtelijk maken bij auto's die uit circulatie gaan in centrale database	RWS zou als grote klant kunnen vereisen dat fabrikanten (aannemers en leveranciers in de supply chain) informatie bijhouden over bijwerken en deze bij einde levensduur van het bouwwerk terugnemen en recyclen.
Auto-industrie – International Materials Data System	Vastlegging materiaal-informatie	Ke- tenniveau/objectniveau	Vastlegging informatie in centrale database; ketenspelers verantwoordelijk voor aanleveren informatie (vereist door spelers later in de keten)	Een systeem als het IMDS in de bouwsector zou een centrale database vereisen. De omvang van de database kan echter behoorlijk oplopen en voor RWS, indien RWS hier een organiserende rol in zou nemen, een substantiële informatielast inhouden.

Casus	CE-aspect	Niveau data-strategie	Kern datastrategie	Mogelijke leerpunten RWS
Chemische industrie - SCIP	Opschonen materiaalstromen t.b.v. circulariteit, afvalstromen	Objectniveau	Vastlegging productinformatie in centrale database; producenten, assemblers, importeurs en distributeurs in de EU zijn verplicht informatie aan te leveren indien sprake van SVHC's	Werken met grenswaardes – waarbij er onder de grenswaardes geen informatie over materialen aangeleverd hoeft te worden – zorgt voor incomplete informatie. Met het oog op de toekomst is het voor RWS aan te bevelen om de inrichting van de datastrategie flexibel te houden, om waar nodig aanpassingen te kunnen maken.

4.1.3 Welke aspecten uit deze datastrategieën zijn toepasbaar op de CE-datastrategie van Rijkswaterstaat en wat betekent dit voor de rol van Rijkswaterstaat?

Wanneer we kijken naar casussen op het gebied van data-uitwisseling en circulariteit, dan valt een aantal zaken op:

- **Initiatief.** Een aantal sectoren heeft *zichzelf* georganiseerd (o.a. de auto-industrie). Optimalisatie van de keten is de belangrijkste prikkel, en de grootste partij neemt vaak het voortouw. Tegelijkertijd zijn deze systemen meestal gesloten (binnen het concern en betrokken partijen) en dienen ze primair de *productieketen*. In de bouwsector zien we een groter aantal en groter aantal *soorten* partijen. Als grote afnemer kan RWS optreden als initiatiefnemer voor een dataketen, maar bestaat het risico dat een dergelijk systeem (dat op zichzelf al zeer complex is) niet de doelen dient van de gehele sector (of andersom een te grote scope krijgt).
- **Standaardisatie.** In veel cases gaat om gegevens ten behoeve van traceerbaarheid van onderdelen, waarbij de structuur van deze gegevens veelal goed is gedefinieerd (zie onder andere de agrifoodsector en de chemische industrie). Bij circulaire bouwmaterialen is de verscheidenheid in materialen en daardoor de gegevensstructuur groter, en is de snelheid waarmee gegevens worden bijgewerkt hoger. Standaardisatie van (met name) de gegevensmodellen en uitwisselformaten is essentieel.
- **Mate van centralisatie.** Het begrip 'centralisatie' verwijst hier naar het bronhouderschap, de verantwoordelijkheid *over* data-opslag en -uitwisseling (technisch gezien kan data los hiervan centraal of decentraal worden opgeslagen). Waar in de auto-industrie vooral gecentraliseerd wordt gewerkt (ERP-systemen van de grotere concerns) zien we ook voorbeelden van decentrale modellen waarbij gelijkwaardige partijen onderling data uitwisselen (o.a. de *digital twins* in het VK). Een decentraal model lijkt zich meer te lenen voor de bouwsector, waarin sprake is van een groter aantal partijen en grotere verscheidenheid.

4.1.4 Welke gegevens zijn er nodig om de keten gesloten te krijgen?

In een volledig lineaire bouwketen (take-make-dispose) worden objecten aan het eind van de levensduur 'weggegooid': er is geen sprake van hergebruik, herfabricage of recycling. In principe is hiertoe weinig data nodig. Grofweg is er in het begin van de bouwketen informatie nodig over de beschikbaarheid van materialen, tijdens de ontwerp- en bouwfase is er informatie nodig om het gebouw te kunnen construeren en er is informatie nodig die het eind van

de levensduur van het object bepaald. Het belangrijkste verschil met een circulaire bouwketen is dat er voor een circulaire keten informatie over de aanwezige materialen (of producten, componenten) alsook de status daarvan nodig is om te weten *wat* hergebruikt kan worden en *hoe* dit hergebruikt kan worden (m.a.w. welke bewerkingslagen zijn er eventueel nodig om het materiaal te hergebruiken). Hiertoe is dataverzameling gedurende de ontwerp/bouw-fase (aanwezige materialen) en gedurende de gebruiksfase nodig (monitoren van de staat). De gedeelde data over herbruikbare materialen bij het vrijkomen hiervan vormt vervolgens weer de input voor een volgende levenscyclus. Figuur 12 geeft op hoofdlijnen de verschillen tussen een dataproces voor een lineaire bouwketen en een circulaire bouwketen weer.



Figuur 12 Verschillen op hoofdlijnen tussen het dataproces van een lineaire en een circulaire bouwketen

In de casussen worden verschillende typen informatie genoemd die kunnen bijdragen aan het realiseren van een circulaire bouwketen.¹² Het gaat onder andere om:

- Informatie over de aanwezige producten, componenten en materialen in bouwwerken
 - Eigenschappen (fysiek, chemisch, herbruikbaarheid etc.)
 - Functionele staat
 - Locatie in het bouwwerk
 - Manier van bevestiging in het bouwwerk
- Informatie met betrekking tot vraag en aanbod
 - Waar en wanneer komen de producten, componenten en materialen vrij?
 - Waar bestaat er behoefte aan de producten, componenten en materialen (en in welke vorm/hoeveelheid)?
- Informatie benodigd om het recycleproces te organiseren
 - Benodigde bewerkingsslagen
 - Benodigd transport
 - Benodigde arbeid

Om te bepalen welke soorten informatie getypeerd kunnen worden als *need to have* en welke soorten informatie eerder *nice to have* zijn, is aanvullend onderzoek nodig.

4.2 Aanbevelingen

Op basis van de geanalyseerde casussen komen we tot de volgende aanbevelingen ten aanzien van een mogelijke datastrategie van RWS voor circulaire bouwmaterialen:

- Een decentraal model van *data-uitwisseling* ligt voor de hand. Voor *dataopslag* is een centraal model (gezien de lange levensduur van bouwwerken, die leidt tot hoge bewaartermijnen) wellicht logischer. Beide sluiten elkaar uiteraard niet uit. RWS zou op beide vlakken het initiatief kunnen nemen. Rondom data-uitwisseling zou dat met name op vlak van standaardisatie en wellicht “referentie-implementatie” van systemen kunnen gebeuren. Ten aanzien van dataopslag zou RWS een centrale positie kunnen innemen (bijv. zoals bij de National Materials Datahub uit het VK), of kunnen meewerken aan het opzetten van een instituut hiervoor (vergelijkbaar met het Platform Management Body bij BAMB2020). De kans bestaat dat de scope van de te ontwikkelen datastrategie relevant is voor de gehele bouwsector en daarmee verder reikt dan het domein van RWS. De keuze voor het helpen opzetten van een instituut lijkt dan logischer.
- In het buitenland (Duitsland, VK) zien we een aantal ver uitgewerkte systemen voor uitwisseling van materialendata. We adviseren het wiel niet opnieuw uit te vinden en zo mogelijk hierop aan te sluiten.
- Niet alle gegevens zijn “machine-leesbaar” en omzetting is waarschijnlijk kostbaar. Een toekomstige datastrategie houdt dan ook bij voorkeur ruimte voor het (ook) uitwisselen van ongestructureerde data.
- IT-systemen kennen over het algemeen een kortere levensduur dan bouwwerken. Een datastrategie moet robuust zijn ten aanzien van veranderingen in

¹² Het rapport *Materials Passports – Best Practice* (Heinrich & Lang, 2019, BAMB2020 casus) geeft veel inzicht in welke informatie relevant is voor een circulaire bouwketen.

onderliggende platforms en betrokken organisaties (denk aan faillissementen, fusies, et cetera).

- Definieer een beperkte scope. Het bouwen van “digital twin”-systemen waarin zoveel mogelijk gegevens worden bijgehouden over gebouwen zonder duidelijke visie over het gebruik van deze data draagt beperkt bij aan circulariteit.

Het huidige onderzoek betrof een verkennende studie waarin een quick scan van de geselecteerde casussen is uitgevoerd op basis van publiekelijk beschikbare informatie. Om het huidige onderzoek uit te breiden of een soortgelijk onderzoek op te zetten, bevelen wij het volgende aan:

- Hoewel casussen gericht op andere sectoren informatief kunnen zijn, zien wij de meeste waarde in het bestuderen van bouwsectoren in andere landen door de kenmerkende eigenschappen van de sector (lange levensduur objecten, hoge verscheidenheid in materialen).
- In dit onderzoek is een deel van de casussen gaandeweg geselecteerd op basis van de beschikbaarheid van informatie over mogelijk relevante datastrategieën. Waar dit passend is voor een verkennend onderzoek, is het voor een verdere verdieping t.b.v. de verdere ontwikkeling van de datastrategie wellicht nuttig om op voorhand de selectiecriteria voor het selecteren van casussen om gericht zoeken mogelijk te maken. Dit kunnen aspecten van datastrategieën zijn waar expliciet rekening mee gehouden is. Zo geven de huidige casussen bijvoorbeeld weinig inzicht in de kwestie rondom het langdurig opslaan van gegevens, wat voor Rijkswaterstaat in het kader van de lange levensduur van bouwwerken wel degelijk een relevant aspect is.
- In dit verkennende onderzoek is gebruik gemaakt van openbare informatie, wat een sterke afhankelijkheid creëert van de mate waarin informatie over specifieke datastrategieën beschikbaar is. Informatie die niet publiekelijk beschikbaar is, zou opgehaald kunnen worden door middel van interviews of door deze informatie op te vragen bij de juiste instanties (indien het niet om vertrouwelijke informatie gaat). Cruciaal hierbij is het vinden van de goede contactpersonen. Wel bestaat er het risico dat deze methoden niet de gewenste informatie opleveren en is er sprake van afhankelijkheid van de welwillendheid tot meewerken van de contactpersonen.

Referenties

- [1] EC (2015). *Closing the loop - An EU action plan for the Circular economy*
- [2] EC (2019). *The European Green Deal*
- [3] Min. IenW & Min. EZK (2016). *Nederland Circulair in 2050*Rijksoverheid.
- [4] RWS (2017). *Innovatieagenda 2015-2030 herijking januari 2017*
- [5] RWS (2019). *Toekomstige Opgave Rijkswaterstaat: Perspectief op de uitdagingen en verbetermogelijkheden in de GWW-sector*
- [6] RWS. *Samenvatting "Verkenning Informatievoorziening Circulaire Economie" [intern document]*
- [7] Bouwend Nederland (2020). *Feiten en cijfers: Kengetallen uit de bouw en infra* [www.bouwendnederland.nl]
- [8] Transitieteam Circulaire Economie (2018). *Transitie-agenda Circulaire Economie*
- [9] NIBE (2019). *Potentie van biobased materialen in de bouw: Een onderzoek naar de mogelijkheden en impact*
- [10] RWS (2018). *Eerste circulaire viaduct geplaatst bij Kampen* [www.rijkswaterstaat.nl]
- [11] Rendemint. *Waarom PRP?* [www.rendemint.nl]
- [12] Circular IQ. *Wij helpen je om jouw circulariteit te activeren* [www.circular-iq.com]
- [13] Alkondor. *Gevel als een service* [www.alkondor.nl]
- [14] Kamerstukken I 2019/2020 (2020). 35267, F
- [15] CIO Platform Nederland (2019). *Port of Rotterdam - Met de Digital Twin de slimste haven* [www.cio-platform.nl]
- [16] RWS (2019). *Jan Slager, directeur Vervanging en renovatie* [werkenbij.rijkswaterstaat.nl]
- [17] HM Government (2018). *Industry Strategy: Construction Sector Deal*
- [18] WRAP. *Reducing your construction waste*
- [19] Infrastructure and Projects Authority (2018). *Analysis of the National Infrastructure and Construction Pipeline*
- [20] WRAP. *Waste Reduction Potential of Offsite Volumetric Construction*
- [21] CDBB (2018). *Roadmap for delivering the information management framework for the built environment*
- [22] Enzer, M. (2019). *Alignment for common good [presentatie]* [www.cdbb.cam.ac.uk]
- [23] CDBB. *National Digital Twin Programme* [www.cdbb.cam.ac.uk]

- [24] CDBB (2020). *The pathway towards an Information management Framework: A 'Commons' for Digital Built Britain*
- [25] CDBB (2019). *NDT Day 2019* [www.cdbb.cam.ac.uk]
- [26] Sukhdev, A., Vol, J., Brandt, K., en Yeoman, R. . *Cities in the Circular Economy: The Role of Digital Technology* Ellen MacArthur Foundation.
- [27] Velenturf, A.P. M. (2019). *The National Materials Datahub Can Improve Governance for Better Material Use by Industry: An Evidence Briefing from the Resource Recovery from Waste Programme* Resource Recovery from Waste.
- [28] Velenturf, A.P. M., en Purnell, P. (2018). *Delivering Radical Change in Waste and Resource Management: Industry Priorities*. Resource Recovery from Waste.
- [29] Data Science Campus ONS (2020). *DSC-69 National Materials Datahub* [datasciencecampus.github.io]
- [30] EC (2020). *European Construction Sector Observatory: Country profile Germany*.
- [31] BMVI (2015). *Road Map for Digital Design and Construction* [www.bmvi.de]
- [32] Planen bauen 4.0. *Planen und bauen 4.0* [planen-bauen40.de]
- [33] DGNB. *DGNB Navigator* [circulareconomy.europa.eu]
- [34] DGNB. *About DGNB Navigator* [www.dgnb-navigator.de]
- [35] DGNB. *Terms of Use DGNB Navigator* [www.dgnb-navigator.de]
- [36] DGNB. *Terms of Use for Manufacturers* [dgnb-navigator.de]
- [37] OKSTRA. *Invoering* [www.okstra.de]
- [38] BAST. *Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA)* [www.bast.de]
- [39] Schultze, C., en Buhmann, E. (2008). *Developing the OKSTRA Standard for the Needs of Landscape Planning in Context of Implementation for Mitigation and Landscape Envelope Planning of Road Projects* [www.kolleg.loel.hs-anhalt.de]
- [40] Bouw Informatie Raad. *Implementatie CB-NL krijgt impuls: van aanbod naar vraag* [public.cbnl.org]
- [41] Interlink. *The value of Object Type Library (OTL)* [www.roadotl.eu]
- [42] Beetz, J., en Borrmann, A. (2018). *Benefits and limitations of Linked Data approaches for road modeling and data exchange* [publications.cms.bgu.tum.de]
- [43] EC (2020). *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*
- [44] EC. *European Construction Sector Observatory* [ec.europa.eu]
- [45] BAMB2020. *Buildings as material banks: a vision* [www.bamb2020.eu]
- [46] BAMB2020. *Common Language* [www.bamb2020.eu]
- [47] BAMB2020. *Reversible Building Design* [www.bamb2020.eu]
- [48] BAMB2020. *Change in collaboration across all actors: From a chain to a network* [www.bamb2020.eu]

- [49] BAMB2020 (2017). *Framework for Materials Passport*
- [50] BAMB2020 (2019). *Buildings as Material Banks: Testing BAMB Results through Prototyping and Pilot Projects*
- [51] BAMB2020. *Change in value definition* [www.bamb2020.eu]
- [52] Agrifoodtech Platform (2018). *De sector in één oogopslag*
- [53] FNLI (2018). *Monitor Levensmiddelenindustrie 2018*
- [54] Kwartiermakersteam Ketentransparantie (2016). *Reis door de keten: Herkomst- en productinformatie door de keten en aan de consument* Alliantie Verduurzaming Voedsel & Ministerie van Economische Zaken.
- [55] RWS. *Ketenaanpak voedselverspilling* [www.afvalcirculair.nl]
- [56] Samen Tegen Voedselverspilling. *In de gehele keten van de levensmiddelenindustrie zijn er mogelijkheden om grondstoffen nóg beter te benutten* [samentegenvoedselverspilling.nl]
- [57] ING Economisch Bureau (2019). *Foodtech: technologie in de voedingsindustrie: Robotarm biedt voedingsindustrie de helpende hand*
- [58] Voedingscentrum. *Europees biologisch keurmerk* [www.voedingscentrum.nl]
- [59] RVO. *Dierlocatie UBN registreren* []
- [60] Kassahun, A., Hartog, R.J. M., en Tekinerdogan, B. (2016). *Realizing chain-wide transparency in meat supply chains based on global standards and a reference architecture*
- [61] GS1 Nederland (2019). *Kwaliteit van artikeldata blijft speerpunt, ook na afloop DataKwaliTijd 2.0* [www.gs1.nl]
- [62] VMT (2019). *Voedingsindustrie experimenteert met blockchain* []
- [63] Dirksen Management Support B.V. (2019). *Handleiding invullen van de KringloopWijzer op www.mijnkringloopwijzer.nl*
- [64] WUR (2013). *Project Smart dairy farming* [www.wur.nl]
- [65] OICA (2018). *World Ranking of Manufacturers* [www.oica.net]
- [66] MOOG. *VeriPart* [www.moog.com]
- [67] RCS. *Audit & Mapping* [www.rcsglobal.com]
- [68] Ledger Insights. *Volvo joins VW, Ford, IBM for blockchain cobalt traceability* [www.ledgerinsights.com]
- [69] Ledger Insights (2019). *Volkswagen, UN, EU oversee new blockchain for mineral certification* [www.ledgerinsights.com]
- [70] BMW (2020). *BMW Group uses Blockchain to drive supply chain transparency* [www.press.bmwgroup.com]
- [71] MOBI. *MOBI* [dlt.mobi]

- [72] Ellen MacArthur Foundation. *The Circular Economy Applied to the Automotive Industry* [www.ellenmacarthurfoundation.org]
- [73] Market Realist. *Raw materials - the biggest cost driver in the auto industry* [marketrealist.com]
- [74] EU. *Good Practices Circular Economy* [circulareconomy.europa.eu]
- [75] Afval Circulair. *Afvalvoorschriften voor wrakken van auto's en tweewielige motorvoertuigen* [www.afvalcirculair.nl]
- [76] EU. *INDRA* [circulareconomy.europa.eu]
- [77] Business Europe (2017). *Renault and Suez' end-of-life vehicles treatment branch* [www.circularity.eu]
- [78] Urban Mine Platform. *Urban Mine Platform* [www.urbanmineplatform.eu]
- [79] Pearl Chain. *Automotive / Assembly* [www.pearlchain.net]
- [80] Accenture (2017). *Taking the European chemical industry into the circular economy: executive summary* [www.accenture.com]
- [81] BASF. *BASF - Circulaire economie* [www.basf.com]
- [82] EU. *The functional economy in the chemical industry: 8 case studies demonstrate efficiency and sustainability* [circulareconomy.europa.eu]
- [83] Ecomatters. *The new SCIP database* [www.ecomatters.nl]
- [84] ECHA. *SCIP Database* [echa.europa.eu]
- [85] ECHA. *Waste Framework Directive - SCIP database* [echa.europa.eu]
- [86] BOMcheck. *Simplifying Submissions to the ECHA SCIP Database* [www.bomcheck.net]
- [87] Opesus (2020). *SAP-based SOLUTION for SCIP Notifications* [www.opesus.com]
- [88] ECHA. *SCIP Format* [echa.europa.eu]
- [89] ECHA (2020). *SCIP data model* [echa.europa.eu]
- [90] ECHA (2019). *SCIP database will improve transparency on hazardous substances in articles* [echa.europa.eu]
- [91] ECHA. *Understanding WFD* [echa.europa.eu]
- [92] Beekman, M. (2019). *Omgaan met Zeer Zorgwekkende Stoffen in een Circulaire Economie* [www.rivm.nl]
- [93] NBS (2020). *10th Annual BIM Report*
- [94] CDBB (2018). *The Gemini Principles*
- [95] CBS (2020). *Bedrijven; bedrijfstak* [opendata.cbs.nl]
- [96] BMVI, (2015). *Road Map for Digital Design and Construction* [www.bmvi.de]
- [97] . [planen-bauen40.de]
- [98] Agrifirm. *COSUN en AVEBE treden toe tot Coöperatie Datahub* [www.agrifirm.nl]

- [99] JoinData. *Datacatalogus* [join-data.nl]
- [100]BIBE (2019). *Potentie van biobased materialen in de bouw*
- [101]FNLI (2019). *Monitor Levensmiddelenindustrie 2019*
- [102]RWS. *Circulaire Economie* [www.rijkswaterstaat.nl]
- [103]Livestock Research WUR (2013). *KringloopWijzer, goed geborgd!?*

Bijlage 1. Analyse kader casussen

Tabel 3 Analyse kader casussen

Aspect datastrategie	Toelichting
<i>Algemeen</i>	
Context	<ul style="list-style-type: none"> • Korte beschrijving van de sector in het betreffende land • Eventueel de belangrijkste recente ontwikkelingen gericht op informatievoorziening voor een circulaire economie
<i>Fundamentele datastrategie</i>	
Doelstelling	<ul style="list-style-type: none"> • Doel van de datastrategie: bijv. het zorgen van data-uitwisseling tussen actoren in de keten om zo waarde te creëren • Visie behorende bij de datastrategie • Roadmap voor het realiseren van de datastrategie
Datawensen en -eisen	<ul style="list-style-type: none"> • Benodigde data om de doelstelling(en) te bereiken • Geldende eisen of richtlijnen voor de data, zoals rechten op de data, geheimhouding, aansprakelijkheid, etc.
Fundamentele eigenschappen van de data	<ul style="list-style-type: none"> • Aard van de data, bijv. gaat het om netwerkdata, persoonsgegevens, etc. alsook de eventuele wiskundige/statistische opbouw van de data
<i>Dataverzameling</i>	
Dataverzameling	<ul style="list-style-type: none"> • Benodigde/beschikbare databronnen (dataleveranciers) • Vastlegging data: hoe wordt data vastgelegd? • Eventuele restricties: welke data willen dataleveranciers delen? • Bronhouder: wie 'beheert' het verzamelen van de data?
Datarelaties	<ul style="list-style-type: none"> • Relaties tussen verschillende databronnen • Mate van standaardisatie: worden dezelfde definities en datastructuren gebruikt?
Databewerking	<ul style="list-style-type: none"> • Databewerker(s): wie bewerkt de data? • Vormen van databewerking die plaatsvinden (bijv. aggregeren, koppelen, etc.)
<i>Databeheer</i>	
Dataopslag en -veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> • Plaats van databewaring • Opslagduur: hoe lang wordt de data opgeslagen? • Openbare data: is de data publiek toegankelijk? • Beveiliging van de data
Dataonderhoud	<ul style="list-style-type: none"> • Beheer van de data gedurende de opslag: bijwerken, up-to-date houden, etc.
Zeggenschap over de data	<ul style="list-style-type: none"> • Controle: wie bepaalt wat er met de data mag gebeuren?
Datakwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> • Benodigde betrouwbaarheid: hoe betrouwbaar moet de data zijn?

Aspect datastrategie	Toelichting
	<ul style="list-style-type: none"> Betrouwbaarheid van de data Waarborgen datakwaliteit
<i>Datagebruik</i>	
Datadeling/-levering	<ul style="list-style-type: none"> Vrijgeven van data: hoe wordt er gezorgd dat de data vrijgegeven wordt wanneer nodig? Eventuele restricties op datadeling: met wie wordt data gedeeld en in welke vorm? Wie bepaalt dat? (link met zeggenschap)
Data-analyse	<ul style="list-style-type: none"> Toepassing: met welk doel wordt de data geanalyseerd? Manier waarop data geanalyseerd wordt
<i>Proces</i>	
Rol overheid en markt	<ul style="list-style-type: none"> Organiserende partij(en) binnen de datastrategie Positie/rol van de overheid in de dataketen
Efficiëntie	<ul style="list-style-type: none"> Beperken informatielast, capaciteitsbelasting en kosten
Schaalbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> Schaalbaarheid op nationaal niveau: bijv. in hoeverre kan de strategie ook toegepast worden door lagere overheden? Schaalbaarheid op internationaal niveau

Bijlage 2. Niet-geselecteerde casussen

Tabel 3 geeft de niet-geselecteerde casussen weer waar kort naar gekeken is om te zien of er sprake is van relevante initiatieven in relatie tot een datastrategie voor een circulaire economie. maar die niet geselecteerd zijn als casus. Belangrijk om op te merken is dat het hier om een **indruk op basis van een korte scan van publiekelijk beschikbare informatie**. Er kan dus niet met zekerheid gezegd worden dat deze indruk een volledig beeld geeft van de bestaande initiatieven in een land of sector.

Tabel 4 Casussen die niet geselecteerd zijn

Casus	Indruk o.b.v. korte scan	Relevante links
<i>Andere sectoren</i>		
Kernenergiesector	Er is een internationale database, de NEWMDB, waarin gegevens over radioactief afval worden vastgelegd. Dit gaat niet over hetgebruik. Bij de kerncentrale Borssele hebben ze papieren documenten verwerkt in een database om te zien wanneer onderdelen moeten worden gerepareerd etc, maar dit is geen circulariteit. De gebruikte splijtstof wordt wel gerecycled, maar hier is geen database o.i.d. van.	[newmdb.iaea.org]
e-Waste	Er zijn een aantal Europese projecten die zich richten op circulariteit in het kader van e-Waste, namelijk het CEDACI-project en het PROSUM-project zijn. Het CEDACI-project richt zich op de vorming van een netwerk voor het delen van kennis en expertise, maar betreft niet zozeer een datastrategie. Het PROSUM-project met het Urban Mine Platform geeft inzicht in e-Waste op nationaal niveau. Per EU-land kunnen de hoeveelheden EEE op de markt ingezien worden. Deze initiatieven lijken voor de huidige verkenning naar datastrategieën minder relevant. We hebben wel nog een Franse database gevonden met LCI-analysmethoden t.b.v. end-of-life treatment (zie link hiernaast) en het Nederlandse nationaal WEEE register. Verwerkers en producenten van EEE moeten zich daarin registreren. Deze databases lijken echter minder relevant en tevens is er weinig informatie beschikbaar over de opbouw/het gebruik ervan.	[www.cedaci.org]; [www.prosumproject.eu]; [www.weeeci.ecosystem.eco]; [www.nationaalweeeregister.nl]
Luchtvaart	We hebben twee organisaties gevonden die zich richten op het recyclen van vliegtuigonderdelen. Het is echter niet duidelijk of hier een duidelijke datastrategie achter zit.	[afraassociation.org]; [aels.nl]
Kledingindustrie	In de kledingindustrie is er geen sprake van een centraal gecoördineerde datastrategie omtrent circulariteit. Wel zijn er verschillende ontwikkelingen die bijdragen aan een circulaire economie, zoals wearables (smart clothing), circular consumption models (sharing platforms), en connected supply chains op basis van blockchain & IoT.	[www.cleantech.com]; [gabrielariasiribaren.com]; [www.accenture.com]
<i>Andere landen</i>		
Frankrijk	Circulariteit staat op de politieke agenda. Er is bijvoorbeeld wetgeving ontwikkeld gericht op het laten betalen van de vervuiler, o.a. van toepassing op de bouwsector. In de nationale roadmap naar een circulaire economie komen wel enkele maatregelen aan bod die ingaan op het gebruik van data, maar over de implementatie daarvan hebben we nog niets concreets kunnen vinden. Wel zijn er een aantal initiatieven vanuit de markt te vinden,	Nationale roadmap; [cocon-bim.com]; [basetti-group.com]

Casus	Indruk o.b.v. korte scan	Relevante links
	zoals CoconBIM (bouwmaterialenbibliotheek gericht op het in kaart brengen van de milieuwaarde van gebouwen) en de materialendatabases van de Basetti Group.	
België	België kent veel initiatieven gericht op circulariteit, maar we hebben niet zozeer initiatieven gevonden die gericht zijn op data of een daadwerkelijke datastrategie behelzen. Wel vonden we het Werflink deelplatform, waarop materialen, medewerkers en capaciteit gedeeld kunnen worden. België lijkt voor materialenpaspoorten vooral te kijken naar het internationale project BAMB2020 en Madaster.	[www.werflink.com]
Finland	Finland heeft een roadmap voor een circulaire economie op nationaal niveau en voor alle regio's. Onderdeel van de nationale roadmap is het ontwikkelen van een materialendatabase voor de bouwsector. Dit onderzoek zou al gestart moeten zijn, maar daar hebben we geen verdere informatie over kunnen vinden.	[www.sitra.fi]
Denemarken	Er zijn een aantal onderzoeken gedaan naar materialenpaspoorten. De strategie rondom materialenpaspoorten lijkt echter nog niet geconcretiseerd. Er worden een aantal richtlijnen gegeven, maar het heeft nog niet de vorm van een daadwerkelijke eenduidige datastrategie. Daarnaast heeft Denemarken enkele productdatabases waar leveranciers van bouwproducten informatie over de eigenschappen en duurzaamheidskenmerken van hun producten kunnen uploaden (BygDok en Comdia Byggematerialer). De databases geven echter geen inzicht in wat er daadwerkelijk in de gebouwde omgeving gebruikt wordt en vrijkomt. Een ander initiatief is de methode resource mapping, waarbij tijdens de sloopfase van een gebouw de materialen en de herbruikbaarheid daarvan in kaart worden gebracht. Dit is geen datastrategie waarbij informatie digitaal wordt opgeslagen (al wordt er wel uit beschikbare databases geput), maar wel een manier om informatie over vrijkomende materialen in kaart te brengen t.b.v. hergebruik.	[www.teknologisk.dk]; [issuu.com]; [www2.mst.dk]; [www.teknologisk.dk]; [www.innobyg.dk]; [www.bygdok.dk]; [www.comdia.com]
Zweden	Zweden heeft de eBVD database met bouwproductverklaringen, gebaseerd op afspraken binnen de sector. Hierin staat o.a. informatie over grondstoffen, milieueffecten, levensduur en sloopinstructies.	[byggmaterialindustrierna.se]
Noorwegen	We hebben een aantal initiatieven gevonden in Noorwegen, namelijk de NOBB database (een productportaal met gestandaardiseerde productinformatie voor bouwmaterialen), Byggdok (een digitale tool die helpt bij het verzamelen van informatie over specifieke gebouwen tijdens het bouwproces) en ECOproduct (een tool die gebruikt kan worden om milieuprofielen van bouwmaterialen op te stellen).	[www.byggjteneste.no]; [www.bygdok.no]; [www.byggjteneste.no/ecoproduct]
Luxemburg	Luxemburg trekt de ontwikkeling van een Europese CE database. De voorlopige resultaten worden tijdens het Clean Tech Forum (December 2020) gepresenteerd. Dit is wellicht interessant om in de gaten te houden.	[meco.gouvernement.lu]
International initiatieven	Enkele international initiatieven die we nog tegenkwamen zijn het platform Sharebox (bij elkaar brengen vraag naar en aanbod van materialen) en de Digital Roadmap for Circular Economy van de EPC (echter geen concrete uitwerking).	[sharebox-project.eu]; [epc.eu]



Contact:

Dialogic innovatie & interactie
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
www.dialogic.nl

