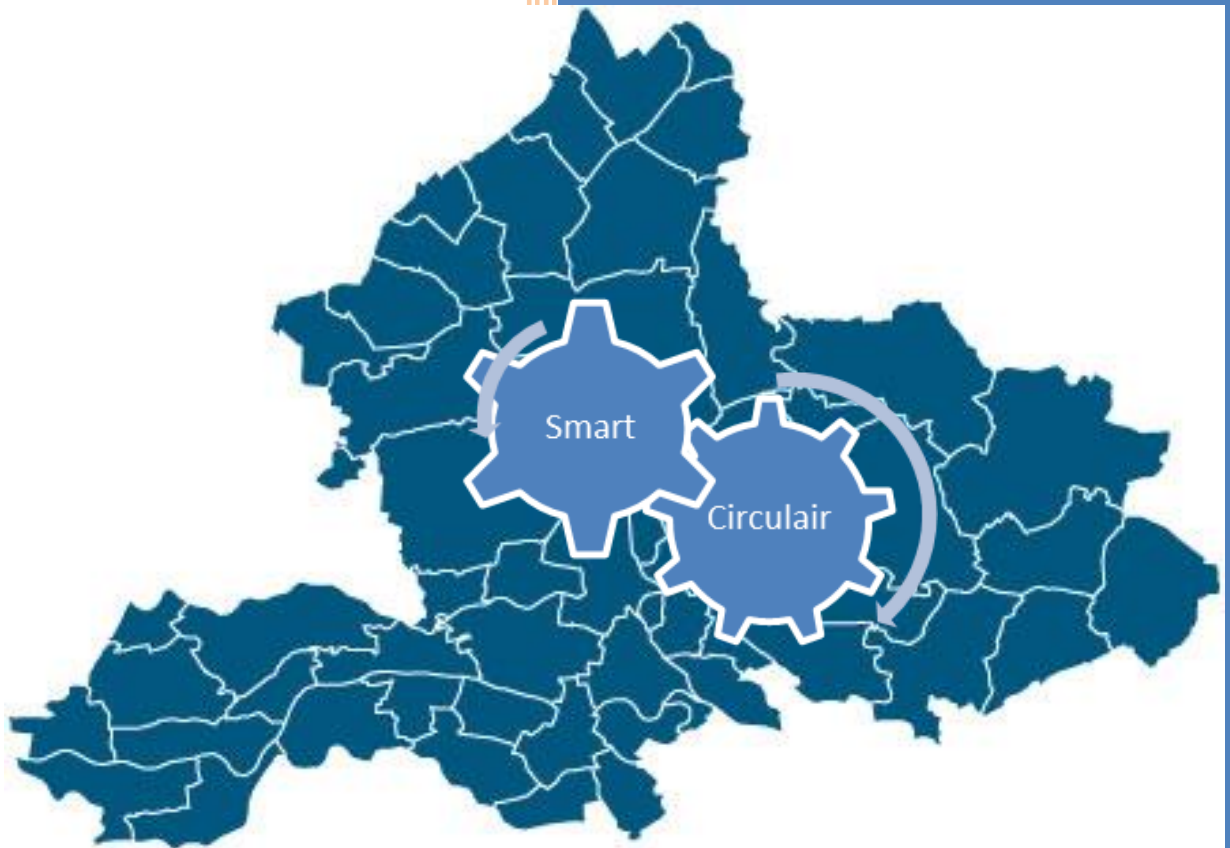


Met een Smart Industry naar een Circulaire Economie

-een verkenning naar de bijdrage van 20 Gelderse Smart Industries aan een meer circulaire economie-



Ton Bastein

TNO

1-5-2018

TNO-rapport**TNO 2018 R10521****Met een Smart Industry naar een Circulaire Economie**

Een verkenning naar de bijdrage van 20 Gelderse Smart Industries aan een meer circulaire economie

Datum	mei 2018
Auteur(s)	Ton Bastein
Aantal pagina's	49
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Provincie Gelderland
Projectnaam	Gelderland-Met Smart Industry naar Circulaire Economie
Projectnummer	060.31191

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Managementsamenvatting	5
1 Inleiding: wereldwijde groei en de rol van een meer circulaire economie	7
1.1 Bevolkings- en welvaartstoename leiden tot een grote druk op hulpbronnen en milieu	7
1.2 Introductie tot de Circulaire Economie.....	7
1.3 Circulaire economie en de Maakindustrie	9
1.4 Circulaire economie en de Smart (maak)industrie: de impact van ICT	11
1.4.1 Introductie: ICT wordt een belangrijke rol toegedicht voor een circulaire economie.....	11
1.4.2 Wat zegt de Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021?	14
1.5 Opzet van dit rapport: circulaire perspectieven in de smart industry op een rij.....	15
2 Een karakterisering van Gelderse Smart Industry en de geïnterviewde bedrijven	16
2.1 Smart Industry in Gelderland	16
2.1.1 De rol van bedrijf in omgeving en van de DGA	16
2.1.2 Grootste uitdagingen: personeel	17
2.1.3 Grootste uitdaging: ruimtetekort	17
2.1.4 Grootste uitdaging: hoge investeringskosten	18
2.1.5 Grootste uitdaging: cyber-risico's van de smart industry.....	18
2.2 Welke typen maakindustrie komen we tegen in deze verkenning?	18
3 Circulair handelen in de Gelderse smart industry	21
3.1 Introductie	21
3.2 Efficiënter gebruik maken van grondstoffen	22
3.2.1 Minder inzet van eigen grondstoffen door slimme procesvoering	23
3.2.2 Minder inzet van grondstoffen bij en door klanten door sensor-inzet.....	23
3.2.3 Inzetten van scrap in eigen productieproces	24
3.2.4 3D-Printing: op weg naar minder materiaalgebruik	24
3.3 Levensduurverlenging van componenten en producten door onderhoud en reparatie	26
3.3.1 Onderhoud en reparatie, al dan niet 'preventive' en met de inzet van sensoren	26
3.3.2 Preventive maintenance mogelijk maken m.b.v. sensoren	31
3.4 Refurbishment en remanufacturing	32
3.4.1 Refurbishment van klant-equipment.....	32
3.4.2 Refurbishment van eigen producten en systemen	33
3.4.3 Equipment voor refurbishment bij de klant	33
3.5 Intensiever inzetten van assets door 'sharing' als een businessmodel	34
3.5.1 Verhuur van kapitaalgoederen	34
3.5.2 Delen van de eigen productiecapaciteit van kapitaalgoederen	35
3.5.3 Het aanbieden van shared services als businessmodel	36
3.6 Nieuwe businessmodellen: Diensten leveren in plaats van producten	36
4 Bijdragen aan een beter milieu door Gelders bedrijfsleven	40
5 Conclusies en suggesties voor vervolgacties voor de provincie Gelderland	43

5.1	Verbreedt het draagvlak voor een circulaire economie door oog te hebben voor reeds bestaande 'circulaire' praktijken en daarover te communiceren	44
5.2	Gebruik bestaande platforms om ervaringen op het gebied van circulair handelen te delen, bijvoorbeeld m.b.t. de inzet van sensoriek t.b.v. nieuwe businessmodellen	44
5.3	Onderzoek de mogelijkheid tot verdere regionale asset sharing	45
5.4	Voortzetting van activiteiten op het gebied van 3D printing	45
5.5	Naar verbreding op landelijk niveau: een programmatische aanpak	45
5.6	Ondersteun het uitvoeren van impact assessments van innovatieve circulaire initiatieven uit de maakindustrie	46
Bijlage 1 Overzicht geïnterviewde bedrijven en circulaire aanknopingspunten		47

Voorwoord

In juli 2017 kwamen vertegenwoordigers van provincies Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel samen in Arnhem voor een discussie over de rol van de (smart) maakindustrie in en voor een circulaire economie. Ondergetekende was daarbij ook aanwezig. Als deel van de discussie spraken we over de bijna natuurlijke verbinding die de maakindustrie heeft met een circulaire economie en de lessen die we zouden kunnen trekken uit de ervaringen van de maakindustrie met verschillende handelingsperspectieven. Zonder dat per se circulariteit een drijfveer hoeft te zijn. Deze (en ongetwijfeld andere) discussies leidden tot een Gelders visiedocument “Met een Smart Industry naar een Circulaire Economie” (september 2017). Uit dit document blijkt de motivatie van de provincie Gelderland om een gerichte ondersteuning te bieden aan de voor de provincie zo belangrijke maakindustrie, en ook om aan de hand van deze industrie de circulaire economie binnen en buiten de sector te bevorderen.

In december volgde de opdracht aan TNO om een ronde te maken langs 20 bedrijven uit de Gelderse smart maakindustrie om na te gaan in hoeverre de smart industry inderdaad de circulaire economie verder kan helpen. De bedrijven werden door betrokkenen van de provincie geselecteerd uit een grote verzameling bedrijven waar de Gelderse maakindustrie uit is opgebouwd.

Dit rapport is een verslag van deze rondtocht langs 20 zonder uitzondering interessante bedrijven en zeer interessante gesprekspartners. Bij deze wil ik de gesprekspartners dan ook hartelijk danken voor de tijd die ze hebben gestoken om hun verhaal te vertellen en (in veel gevallen) met passie hun bedrijf te laten zien.

Verder dank ik natuurlijk ook de provincie Gelderland voor het bieden van deze kans om met direct betrokkenen concreet op zoek te gaan naar de verbinding tussen de maakindustrie en een meer circulaire economie.

Ton Bastein
TNO

Managementsamenvatting

De transitie naar een (meer) circulair economie kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verlagen van de milieu-footprint en het grondstofgebruik van onze economie. De provincie Gelderland streeft met haar economische beleid naar een 'slimme en schone industrie' zonder afval. De traditioneel in Gelderland sterk verankerde maakindustrie is een belangrijke gebruiker van grondstoffen en speelt derhalve een belangrijke rol in de transitie naar een grondstof-efficiëntere economie. Bovendien zouden slimme op ICT-gebaseerde innovaties in de maakindustrie ook een grote impact kunnen hebben op het reduceren van het materiaalgebruik in de rest van de keten en (via bijvoorbeeld slimmer onderhoud) op de levensduur van producten.

Tegen deze achtergrond heeft de provincie Gelderland TNO gevraagd om een eerste verkenning uit te voeren naar de bijdrage die Gelderse smart maakindustrie levert aan een circulaire economie. Daarvoor zijn 20 Gelderse bedrijven geïnterviewd, waarbij ingezoomd is naar de wijze waarop deze bedrijven circulaire handelingsperspectieven in hun dagelijkse praktijk inzetten. Bijzondere aandacht ging daarbij uit naar de rol die ICT in toenemende mate speelt in dat primaire proces en naar de wijze waarop dat invloed heeft op 'circulariteit'.

Uit de interviews bleek dat de Gelderse smart maakindustrie op tal van manieren nu al laat zien dat het 'circulair' handelt en daarmee ook komt tot efficiënter materiaalgebruik en circulariteit bij klanten stimuleert. Inderdaad spelen innovaties op het gebied van ICT (inzet van op afstand uitleesbare sensoren en 3D metaalprinting) hierbij een grote rol. In dit verband kunnen we (met de Ellen macArthur Foundation) spreken van 'intelligent assets'. De producent weet op elk moment waar, wanneer en in welke toestand producten zich bevinden. Deze informatie helpt om andere (circulaire) keuzes te maken voor onderhoud, hergebruik, en vervanging. De onderzochte innovaties dragen op 5 verschillende manieren bij tot verdere reductie van materiaalgebruik:

1. Efficiënter gebruik maken van grondstoffen door productiebedrijven (efficiënter produceren, 3D printing, gebruik van productie-afval)
2. Circulair design van producten om een beter onderhoud te kunnen bieden aan klanten;
3. Levensduurverlenging van componenten en producten (door remanufacturing, door ICT-sensoriek geoptimaliseerde onderhoudscontracten, upgrading)
4. Asset sharing: intensiever gebruik maken van productie-apparatuur door niet zelf machines aan te schaffen, maar capaciteit te delen
5. Controle houden over goederen door het eigendom te behouden (en dus ook de retourstromen te controleren) en alleen de diensten die de producten leveren aan te bieden.

De kwantificering van dit effect vraagt een diepgaandere analyse per case (impact assessment) en vergroting van de onderzoekspopulatie. Bewustwording van dit potentieel vergroot de mogelijkheden en maatschappelijke impact. Hierdoor komen de doelstellingen van de transitie-agenda Maakindustrie sneller in beeld.

Op basis van deze verkenning kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Maak ondernemers meer bewust van de impact van hun slimme innovaties en de impact op de circulaire economie

- Gebruik bestaande platforms (zoals ACT, BOOST, Smart Industry) om ervaringen op het gebied van circulair best practices te delen, bijvoorbeeld m.b.t. de inzet van sensoriek t.b.v. nieuwe businessmodellen
- Faciliteer de mogelijkheid tot verdere regionale asset sharing
- Voortzetting van activiteiten op het gebied van 3D printing
- Initieer verbreding naar een landelijk niveau via een programmatische aanpak i.s.m. o.a. betrokkenen bij de (voormalige) transitietafel Maakindustrie, Smart Industry, NWO, NWA.
- Ondersteun het uitvoeren van impact assessments van innovatieve circulaire initiatieven uit de maakindustrie.

1 Inleiding: wereldwijde groei en de rol van een meer circulaire economie

1.1 Bevolkings- en welvaartstoename leiden tot een grote druk op hulpbronnen en milieu

Gedurende de 20^e eeuw is de groeiende wereldbevolking een factor 34 keer meer materialen gaan gebruiken, 27 keer meer mineralen, 12 keer meer fossiele brandstoffen en 3,6 maal meer biomassa.¹ Het niveau waarop de mensheid natuurlijke hulpbronnen zoals water, energie, grondstoffen en vruchtbaar land consumeert stijgt nog steeds in rap tempo. Als gevolg daarvan is er sprake van toenemende schaarste en stijgen prijzen van brandstoffen en vele grondstoffen en mineralen. Daarnaast zorgt die stijgende productie voor een aanzienlijk grotere druk op ons milieu en voor een enorme toename van de uitstoot van broeikasgassen.

Deze stijging zal voorlopig nog aanhouden als gevolg van een stijgende wereldbevolking met een stijgende welvaart en daarmee samenhangende consumptiepatronen. Een verdrievoudiging van het mondiale materiaalgebruik in 2050 is een reële verwachting.²

Drastische maatregelen zijn nodig om de zogenaamde planetaire grenzen niet substantieel te overschrijden. Op de eerste plaats door wereldwijd zwaar in te zetten op een energietransitie waarmee de CO₂-uitstoot drastisch kan worden beperkt. En op de tweede plaats door aanzienlijk beter en zuiniger om te gaan met de manier waarop we met onze hulpbronnen, materialen en goederen omgaan. Niet alleen om de schaarste van die hulpbronnen aan te pakken, maar (en in het huidige beleid in Nederland: vooral) om ervoor te zorgen dat de energiebehoefte (en dus CO₂-emissie) voor al die materialen en goederen reduceert.

Nu is de industrie natuurlijk altijd al bezig om zo efficiënt als technisch mogelijk en economisch verantwoord is met grondstoffen om te gaan. Toch neemt in absolute zin de onttrekking van natuurlijke hulpbronnen nog steeds sterk toe. 'Gewone' toename van de efficiëntie waarop we met hulpbronnen omgaan is niet meer genoeg: we moeten streven naar manieren die leiden tot meer welvaart voor meer mensen met een in absolute zin lagere milieudruk: de zogenaamde absolute ontkoppeling.

In het zoeken naar die ontkoppeling staat de afgelopen jaren het begrip Circulaire Economie meer en meer centraal.

1.2 Introductie tot de Circulaire Economie

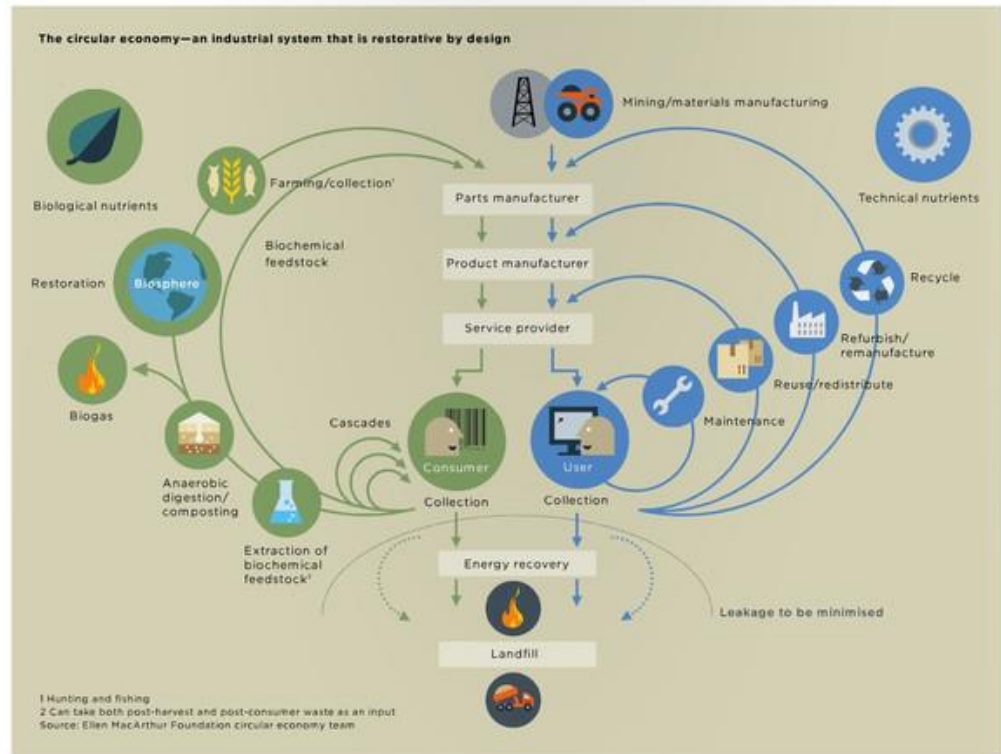
De Ellen MacArthur Foundation heeft in haar rapport 'Towards the Circular Economy' van 2012 een inspirerend en aansprekend beeld van een circulaire economie gepresenteerd. Een circulaire economie is een economisch en industrieel systeem dat gebaseerd is op het hergebruik van producten en grondstoffen en het Herstellend vermogen van natuurlijke hulpbronnen. Dit systeem probeert waarde-

¹ http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf

² http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf

vernietiging in het totale systeem te minimaliseren en waardecreatie in elke schakel in het systeem te maximaliseren. Een meer circulaire economie draagt daarmee bij aan het verkleinen van de ecologische voetafdruk.

De Ellen MacArthur Foundation maakt onderscheid tussen biotische en technische nutriënten (figuur 1), omdat waardecreatie voor deze beide stromen op verschillende wijze vorm gegeven kan worden.



Figuur 1 Het concept van een circulaire economie (bron: Ellen MacArthur Foundation, 2013)

In de huidige verkenning richten we ons uitsluitend op de ketens die betrekking hebben op de technische nutriënten: de materialen die in de Smart Industry worden verwerkt tot technische componenten of eindproducten.

Het waardebehoud in een circulaire economie is gebaseerd op het verlengen van de economische levensduur van goederen (bijvoorbeeld door intensiever plegen van onderhoud en het ontwikkelen van waardeketens waar refurbishment en remanufacturing de drivers zijn), het intensiveren van het gebruik (bijvoorbeeld door het verhuren van goederen en het opzetten van deelgebruik van goederen), en – uiteindelijk- het op een optimale wijze recycleren van de materialen aan het einde van de levensduur.

Dat waardebehoud begint vanzelfsprekend bij het ontwerpproces: als daar rekening wordt gehouden met repareerbaarheid en onderhoud, met remanufacturing (het inzetten van nieuwe onderdelen t.b.v. een langere levensduur of een noodzakelijke update) of met recycleerbaarheid (door gebruik te maken van recycleerbare materialen of verbindingstechnologie die separatie mogelijk maakt) is waardebehoud in de hele keten eenvoudiger te realiseren. Uitdaging daarbij is natuurlijk hoe de inspanningen aan de voorkant (het ontwerpproces) ook ten goede komen aan de ontwerpende partijen.

In veel publicaties wordt een lans gebroken voor de overgang van businessmodellen waarin verkoop van goederen centraal staat, naar een businessmodel waarbij de leverancier of producent gedurende de levensduur eigenaar blijft van zijn product, en bijvoorbeeld een pay-per-use concept in de markt zet³. Zo'n businessmodel kan natuurlijk een extra incentive geven bij een producent om levensduur, up-time, repareerbaarheid te optimaliseren en bij beëindiging van gebruik zoveel waarde (in componenten of materialen) te recupereren. Daarnaast levert zo'n model in het gunstige geval ook een nauwere betrokkenheid op bij het wel en wee van de klant. Aan de keerzijde kunnen echter transactiekosten een enorme vlucht nemen, kan de overgang geheel nieuwe competenties vergen, kan kannibalisering van de markt plaatsvinden en kan de (voor)financiering obstakels kennen⁴.

1.3 Circulaire economie en de Maakindustrie

De businessmodellen en de verschillende circulaire handelingsperspectieven die in de voorgaande paragraaf werden aangestipt zijn voor veel bedrijven uit de moderne hightech en traditionele maakindustrie (afkomstig uit de sectoren metaalindustrie, elektrotechnische industrie en producenten van hightech systemen en materialen") gesneden koek en een essentieel model van hun wijze van produceren en opereren in de markt. Dat is niet pas zo sinds de introductie van het begrip 'Circulaire Economie', maar dat is altijd al het geval geweest.

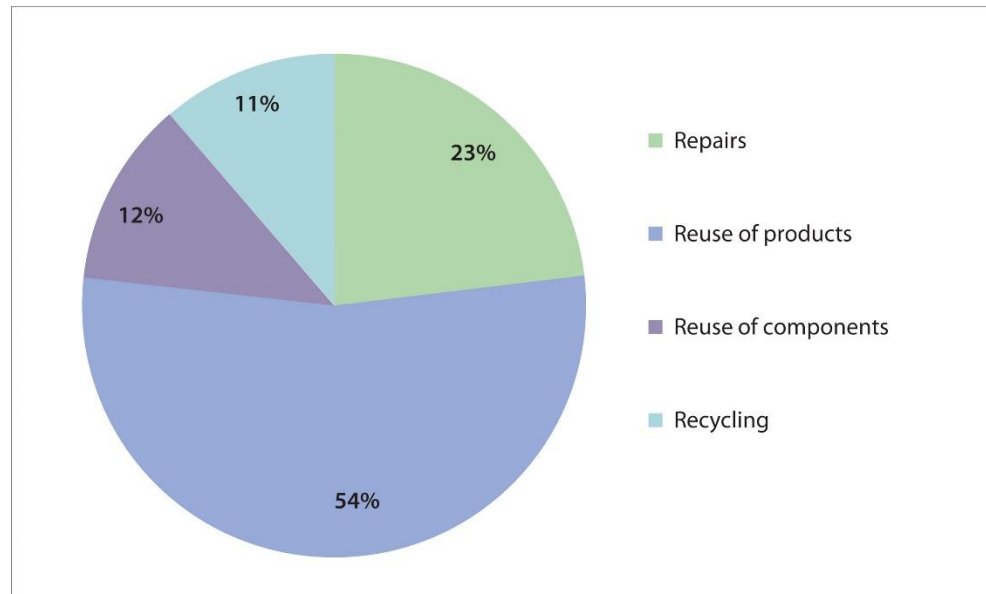
In die zin doen de huidige discussies rond de circulaire economie in Nederland vrijwel altijd alle bestaande activiteiten die bijdragen aan een meer efficiënt omgaan met onze materialen en goederen enorm tekort. Dat geldt voor de kleermaker om de hoek, voor de fietsenmaker (die in toenemende mate ook verhuurt), de schilder, de verhuurbedrijven en talloze andere beroepsgroepen.⁵

In het TNO-rapport "Kansen voor een circulaire economie in Nederland" uit 2013 werd de rol van dergelijke bedrijfstakken juist zichtbaar gemaakt in hun relatieve bijdrage aan de Circulaire Economie.

³ Arnold Tukker, Bus. Strat. Env. 13, 246-260 (2004)

⁴ Zie het rapport Money Makes the World Go Round, Working Group Finance, Sustainable Finance Lab, (draft) december 2015

⁵ Het European Remanufacturing Network (ERN) heeft in November 2015 de Remanufacturing Market Study gepubliceerd. Remanufacturing wordt in dit rapport gedefinieerd als "Returning a product to at least its original performance with a warranty that is equivalent or better than that of the newly manufactured product". Hierin wordt zowel een beeld gegeven van de huidige staat van remanufacturing als de potentie voor groei. De belangrijkste sectoren zijn luchtvaart, automotive, 'heavy duty off road' (HDOR), elektronische en elektrische apparatuur (EEE), meubilair, medische instrumentatie. Voor de Benelux zijn de belangrijkste sectoren Lucht- en ruimtevaart en automotive, gevolgd door EEE en HDOR. Deze sectoren worden gekarakteriseerd door de productie van kapitaalintensieve, robuuste producten met een lange levenscyclus. De huidige werkgelegenheid in Europa rond remanufacturing is ongeveer 190.000, met een totale omzet van zo'n 30 miljard euro. De in dat rapport geschetste scenario's geven aan dat een groeimogelijk zou zijn met 34.000 tot 65.000 banen in Europa. De basis voor deze groei is organische groei (waardering en begrip voor intrinsieke waarde van remanufacturing) aangevuld met een positieve beleidswaardering.



Figuur 2. Verschillende bijdrage aan de circulaire economie in de metaal-elektro-sector (bron: TNO, 2013)

Dat gebrek aan aandacht voor deze al lang gevestigde bedrijven zou niet zo erg zijn, ware het niet dat daarmee de potentie voor groei sterk over het hoofd wordt gezien. In plaats van te blijven focussen op een transitie die op het punt staat te beginnen en talloze ‘hippe’ initiatieven te omarmen, zouden overheden er goed aan doen deze bestaande activiteiten te herkennen, te erkennen en te steunen in hun groei. Immers, een grote bestaande activiteit laten groeien kan tot meer rendement leiden dan een volstrekt nieuwe niche helpen ontstaan en helpen groeien. Het helpt natuurlijk ook niet dat al deze bestaande activiteiten zich niet herkennen in de discussie rond circulaire economie en zich als zodanig dan ook nooit manifesteren. Aandacht vanuit (provinciale) overheden om die aandacht hier juist wel op te vestigen, kan een grote stimulans betekenen voor een meer circulair handelen.

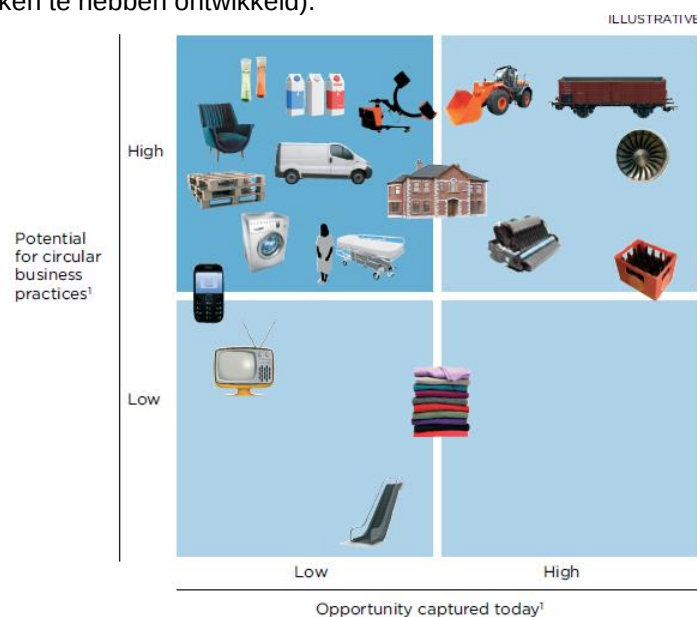
Ook de Ellen MacArthur Foundation gaf al eerder aan waar de grote potentie m.b.t. de circulaire economie gevonden zou moeten worden, namelijk producten die “*are in use for a short enough timeframe that they are subject to frequent technological innovation, but long enough that they are not subject to one-off consumption. Most products in these sectors contain multiple parts and therefore are suitable for disassembly or refurbishment. Finally, this portion of the economy is quite large (...) The eight sectors (...) are as follows: **machinery and equipment**; office machinery and computers; **electrical machinery and apparatus**; radio, television, and communication equipment and apparatus; **medical, precision and optical instruments**, watches and clocks; motor vehicles, trailers, and semi-trailers; other **transport equipment**; and furniture and other manufactured goods.*”

De belangrijkste producteigenschappen die volgens het EMF bepalend zijn voor die potentie zijn:

- Geschiktheid van ontwerp:
 - Geen gebruik toxische materialen;
 - Eenvoud van ontmanteling;
 - Modulaire opbouw.

- Reeds ontwikkelde hergebruik-infrastructuur
 - Efficiënte collectie en transport;
 - Bestaande behandelingsinfrastructuur.
- Producten waarvoor circulaire businesspraktijk al is ingevoerd en omarmd door klanten.
- Geschikt voor transitie van eigendoms- naar gebruiksrelatie, bijvoorbeeld op basis van gebruiksfrequentie vs. TCO (*total cost of ownership*).

De resultaten van deze overwegingen door de EMF zijn weergegeven in Figuur 3. Producten in het kwadrant linksboven representeren volgens de EMF de meeste potentie: er is potentie die op dit moment nog niet volledig is geoogst. Daarbij horen verpakkingsmateriaal, ziekenhuisbedden, bouw-equipment, zware machines en luchtvaart (alhoewel de laatste drie categorieën al ontwikkelde business modellen lijken te hebben ontwikkeld).



Figuur 3. Kansrijke producten en sectoren voor een circulair perspectief (bron: EMF)

1.4 Circulaire economie en de Smart (maak)industrie: de impact van ICT

1.4.1 *Introductie: ICT wordt een belangrijke rol toegedicht voor een circulaire economie*
De introductie van ICT in de maakindustrie en de transitie naar een werkelijke 'smart industry' zal een enorme impuls kunnen betekenen voor een verdere ontwikkeling van circulair economische businessmodellen⁶. Een kenmerk van de Smart Industry is dat: *"ICT en nieuwe technologieën, zoals 3d printen en robotica, worden slim ingezet waardoor producten en machines onderling worden verbonden en slim worden aangestuurd."* De Smart Industry leidt tot verdere automatisering, flexibele en efficiënte productie, digitalisering, ketensamenwerking, gebruik van big data en mogelijk meer customer intimacy. De interconnectivity tussen apparatuur leidt tot een aanzienlijk grotere kennis van de conditie en de beschikbaarheid van apparatuur. Daarmee wordt de weg vrijgemaakt voor een verandering van businessmodellen waarbij functioneel gebruik van apparatuur (in plaats van

⁶ Zie ook de voorbeelden in het Accenture-rapport "Circular Advantage" (2014) en de voorbeelden in het rapport van de Ellen MacArthur Foundation "Smart Assets" (2015)

verkoop) centraal staat of waarbij preventief onderhoud leidt tot zowel een langere levensduur als een scherper spare-parts-management.

Accenture schrijft in haar rapport “Circular Advantages”: *“Five circular business models (Circular*

Supplies, Resource Recovery, Product Life Extension, Sharing Platforms and Product as a Service) and ten technologies—in particular ‘digital’ in the form of social media, cloud computing, analytics and mobility—are enabling speed and scale in ways not seen before. These business models and technologies are making possible a fundamentally ‘customer-centric’ approach to Circular Advantage beyond simply efficiency gains which require a new mindset amongst executives and a new set of capabilities at the intersection of strategy, technology and operations.”

The Ellen MacArthur Foundation beschrijft op basis van eigen research en interviews met het bedrijfsleven welke voordelen Intelligent Assets kunnen bieden bij het innoveren van service-gerichte businessmodellen (zie [Figuur 4](#)).

Een recent voorbeeld van dit laatste is de introductie van M-Use, het nieuwe businessmodel waarmee Mitsubishi Elevator Europe (MEE) verticale mobiliteit levert, in plaats van liften. MEE blijft eigenaar, verdient aan integrale serviceverlening en gegarandeerde mobiliteit. Dit model is mogelijk gemaakt door het toepassen van sensoren en intelligente software op de liften⁷. Daarbij dient wel gezegd te worden dat de introductie van dit model al aansloot bij bestaande businessmodellen, waarbij de volledige kosten bij aanschaf ook in het verleden al niet in rekening werden gebracht, in ruil voor langdurige onderhoudscontracten. In die zin is M-Use een logische voortzetting in plaats van een revolutie t.o.v. bestaande activiteiten.

⁷ Zie: VAN BETALEN VOOR BEZIT NAAR BETALEN VOOR GEBRUIK - Verdienmodellen in de Circulaire Economie, Planbureau voor de Leefomgeving, 2017, vanaf p.73.

INTERACTIONS OF CIRCULAR ECONOMY AND INTELLIGENT ASSET VALUE DRIVERS AND EXAMPLE OF VALUE CREATION OPPORTUNITIES

	INTELLIGENT ASSET VALUE DRIVERS		
CIRCULAR ECONOMY VALUE DRIVERS	Knowledge of the location of the asset	Knowledge of the condition of the asset	Knowledge of the availability of the asset
Extending the use cycle length of an asset	- Guided replacement service of broken component to extend asset use cycle - Optimised route planning to avoid vehicle wear	- Predictive maintenance and replacement of failing components prior to asset failure - Changed use patterns to minimise wear	- Improved product design from granular usage information - Optimised sizing, supply, and maintenance in energy systems from detailed use patterns
Increasing utilisation of an asset or resource	- Route planning to reduce driving time and improve utilisation rate - Swift localisation of shared assets	- Minimised downtime through to predictive maintenance - Precise use of input factors (e.g. fertiliser & pesticide) in agriculture	- Automated connection of available, shared asset with next user - Transparency of available space (e.g. parking) to reduce waste (e.g. congestion)
Looping/ cascading an asset through additional use cycles	- Enhanced reverse logistics planning - Automated localisation of durable goods and materials on secondary markets	- Predictive and effective remanufacturing - Accurate asset valuation by comparison with other assets - Accurate decision-making for future loops (e.g. reman vs. recycle)	- Improved recovery and reuse / repurposing of assets that are no longer in use - Digital marketplace for locally supplied secondary materials
Regeneration of natural capital	- Automated distribution system of biological nutrients - Automated location tracking of natural capital, such as fish stocks or endangered animals	- Immediate identification of signs of land degradation - Automated condition assessment, such as fish shoal size, forest productivity, or coral reef health	

Figuur 4. Relatie tussen Circulaire Economie en Intelligent Assets (bron: EMF, Intelligent Assets, 2014)(in rood aangegeven: aspecten die in de loop van dit rapport bij geïnterviewde bedrijven aan de orde komen)

Zoals hiervoor al besproken: de maakindustrie was in de aard van haar werk al ten dele circulair vóór het begrip werd geïntroduceerd. Zo is ook de implementatie van 'smartness' niet ingegeven door de behoefte om circulair te zijn of anderszins aan de eigen milieu-footprint te werken, maar eerder een logisch gevolg van de noodzaak om voorop te lopen bij de implementatie van technologie die werk- en productieprocessen efficiënter en effectiever maakt, die klantcontacten verbetert en bijdraagt aan een betere total-cost-of-ownership. Dat zullen de drijfveren zijn voor innovatie.

Maar het is ontegenzeggelijk zo dat dergelijke innovaties een bijdrage kunnen leveren aan een betere inzet van materialen en dus aan de circulaire economie. Het is de insteek van deze verkenning de bijdrage die de Gelderse smart-industry-bedrijven leveren aan een meer circulaire economie expliciet te maken en te bezien of en hoe deze ervaringen een voorbeeldfunctie zouden kunnen vervullen voor andere bedrijven uit de maakindustrie, andere sectoren in de industrie of zelfs de maatschappij in breder verband. Zoals de provincie in een eerdere verkenning zelf stelt: *“De smart industry wordt op deze manier een vliegwiel en aanjager van de circulaire economie.”*

1.4.2 Wat zegt de Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021?

Ook in het document “Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021”⁸ gaat sterk in op de rol van Smart Industry in het beheersen van onze grondstoffenbehoefte. In deze Implementatie-agenda heet het: *“Smart Industry moet leiden tot nieuwe exporteerbare businessproposities. Door in te zetten op een ambitieus, internationaal toonaangevend programma bouwen we verder aan een uniek geïntegreerd ecosysteem waarin bedrijven, kennisinstellingen en de overheid nauw samenwerken aan implementatie én doorbraakinnovaties. Met als resultaat:*

- 1. Meer economische groei door het verhogen van de productiviteit*
- 2. Meer werkgelegenheid en aantrekkelijke banen*
- 3. Oplossen van maatschappelijke vraagstukken door bijvoorbeeld minder gebruik van grondstoffen en energie”*

Smart Industry en Circulaire Economie zijn nog niet vaak aan elkaar verbonden dossiers. Daarom zijn ook relevante voorbeelden uit de Implementatieagenda Smart Industry niet geïmplementeerd als duurzame innovaties of circulaire economie terwijl dat wel zou kunnen.

Zo stelt de implementatieagenda dat Servitization een steeds grotere rol krijgt in het businessmodel van maakbedrijven. Daarmee wordt deze dienstverlening belangrijk in verbeterde klantcontacten en omzetvergroting. Wat niet genoemd wordt is dat servitization, waar niet langer het product maar de dienst centraal staat, ook een uitstekend middel kan zijn om grip te houden op producten en grondstoffen, een driver kan zijn voor verbeterd ontwerp (design for repair) en daarmee een driver voor een meer circulaire bedrijfsvoering kan zijn.

De in de Smart Industry Implementatieagenda beschreven industrietransformaties zijn grotendeels te koppelen aan een beweging waarin minder afval ontstaat (door meer first-time-right), minder materiaal wordt ingezet (bijvoorbeeld door 3D printing), beter en voorspelbaar onderhoud plaatsvindt m.b.v. remote monitoring, waardoor ook terugname van apparatuur dichterbij komt. Meer expliciet stelt het rapport voor de pijler Sustainable Factory: *“de geproduceerde producten zijn zoveel mogelijk geschikt voor re-use/refurbishing/recycling”*.

Meer expliciet wordt gesteld: *“Omdat we nadrukkelijk met Smart Industry willen gaan bijdragen aan de klimaatdoelstellingen is een van de prioritaire onderwerpen daarbij de industrietransformatie ‘Duurzame Fabriek’, waarbij het gaat om verminderen van grondstof- en energieverbruik door de industrie.”*

⁸ Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021, het resultaat van de samenwerking van de partners van het Programmabureau Smart Industry, februari 2018.

Gezien deze toekomst-agenda ligt het voor de hand de observaties die we in deze verkenning opdoen (en die duurzaamheid in een breder perspectief plaatsen dan ogenschijnlijk wordt bedoeld in de SI Implementatieagenda) in verband te brengen met deze implementatieagenda en dat we moeten bekijken in hoeverre de smart-industry-agenda een stimulans kan betekenen voor het verder uitdragen en implementeren van het circulaire gedachtegoed in de regio. We zullen hier in het slothoofdstuk op terugkomen.

1.5 Opzet van dit rapport: circulaire perspectieven in de smart industry op een rij

De opzet van dit rapport volgt de verschillende circulaire handelingsperspectieven die de Ellen MacArthur Foundation (zie figuur 1) schematisch heeft weergegeven als fundament voor een circulaire economie. De vraag is daarbij wat technologische innovaties voor invloed hebben gehad op het type dienstverlening, producten en businessmodellen dat smart industry bedrijven op de markt zetten en hoe zij (eventueel) anderen daarmee in staat stellen bij te dragen aan een meer circulaire economie. We zullen daarbij op basis van interviews met 20 Gelderse smart industry bedrijven de volgende aspecten van circulair ondernemen de revue laten passeren:

- circular design en modulair ontwerp
- levensduurverlenging door (preventief) onderhoud en reparaties
- remanufacturing en refurbishment van componenten en producten
- intensiever gebruik van producten en assets door gedeeld gebruik
- grip houden op assets en grondstoffen door producten en productiefaciliteiten aan te bieden als een service;
- hergebruik van materialen en recycling.

Hierbij staat in alle gevallen de rol die digitalisering en 'smartness' speelt centraal.

Een thema dat hier nog niet is aangestipt maar wel een belangrijke rol speelt bij de bedrijven die in dit kader geïnterviewd zijn, is de rol die zij spelen bij de uitrol van milieu-technologie zelf. Deze core-activiteiten van (enkele van de hier geïnterviewde) bedrijven zijn wel niet de facto een voorbeeld van circulair handelen, maar dragen zo mogelijk bij aan een beter milieu. En daarbij speelt ICT-technologie een belangrijke rol.

2 Een karakterisering van Gelderse Smart Industry en de geïnterviewde bedrijven

2.1 Smart Industry in Gelderland

In het rapport “De kracht van de Gelderse maakindustrie”⁹ wordt een boeiend beeld geschetst van de karakteristieken van de Gelderse maakindustrie. Zonder dit rapport te willen herhalen is een aantal observaties sterk van toepassing op deze verkenning. Vandaar dat hier een kort overzicht volgt van voor deze studie relevante karakteristieken:

2.1.1 De rol van bedrijf in omgeving en van de DGA

In het rapport van Hospes wordt de sterke verbondenheid van bedrijven aan hun omgeving en de relatief belangrijke rol van de Directeur-Grotoaandeelhouder (DGA) of de kenmerken van een familiebedrijf als karakteristiek genoemd: *“De Gelderse industrie heeft van oudsher waarden als duurzaamheid en sociale betrokkenheid hoog in het vaandel staan”. “Duurzaamheid en wat terugdoen voor de gemeenschap horen er in zo’n context gewoon bij. Op de Veluwe speelt het protestant-christelijke geloof ongetwijfeld een rol, in een streek als de Achterhoek het ‘nabuuerschap’”*

En ook: *“Het management, waarvan de oprichter en zijn of haar familie vaak deel uitmaakt, weet de passie voor het bedrijf over te brengen op de medewerkers. Het verloop van het personeel is dan ook laag. De ondernemingen gaan niet voor snel gewin, maar richten zich op de lange termijn. Vaak heeft ze vaste afnemers, met wie ze nauwe contacten onderhouden.”*

Door dit karakter bestaat de mogelijkheid anders na te denken over investeringen voor innovatie en duurzaamheid. Het in het rapport van Hospes ook aangehaalde probleem van financiering van investeringen (*“Zeker familiebedrijven kijken behalve de bank waar ze al jaren zaken mee doen meestal niet verder dan de kring van friends, family en fools”*), leidt in een aantal gevallen juist tot een grotere bereidheid om ‘spannende’ innovaties, met een zeker risicoprofiel en een langere terugverdientijd toch te doen. Daar waar in een meer anonieme bedrijfssetting tot een rationele beslissing op basis van terugverdientijd zou zijn genomen. Dat maakt dat dit type bedrijven een belangrijke schakel kan zijn bij het adopteren van nieuwe technologie, nieuwe bedrijfsmodellen en nieuwe vormen van personeelsmotivatie.

Jan-Willem van Boezel van **Van Raam** (aangepaste fietsen) heeft veel geïnvesteerd in innovatie (prestaties e-bikes via smartphone aan een app koppelen) en werd twee jaar geleden nog voor gek verklaard. Maar waar de bank niet zou instappen is het familiemanagement via stapsgewijze ontwikkeling en marktpull overtuigd. De innovatie werd mede mogelijk gemaakt met de andere rendementseisen in een familiebedrijf. Ook Van den Borg van **Kaak** stelt dat innovaties in o.a. 3D metaalprinting in een bedrijf dat draait om shareholder value niet zouden zijn ingezet. Jan Kaak (DGA) stelt dat het bedrijf ook bestaat vanwege de maatschappelijke betekenis ervan. Bij **Royal Eijkelkamp** staat de 3^e generatie

⁹ Prof.dr. Gert-Jan Hospers m.m.v. Bureau Economisch Onderzoek en Martin Stor, Zaaknummer provincie 2017-000930, 2017

Eijkelkamp aan het roer. Dat voor een relatief klein bedrijf veel wordt gestoken in Europese onderzoeksprogramma's (op het gebied van telemetrisch onderhoud van boorkoppen en sensoriek voor realtime mining) ligt deels aan de inzet van de DGA, die de langetermijn-ontwikkelingen erg relevant vindt. Bij **ARA** in Aalten (toeleverancier van electronica-hardware) is DGA Gerard Raven een zakenman met sociaal hart, waarbij het bieden van continuïteit voor de bedrijven en het belang van het personeel centraal staat bij de beslissingen; zo kunnen de refurbishment-activiteiten bijdragen aan werkgelegenheid voor meer traditioneel geschoolde werknemers.

2.1.2 *Grootste uitdagingen: personeel*

Het rapport van Hospes constateert dat er op personeel vlak uitdagingen zijn omdat er een tekort aan technisch personeel is en bovendien een mismatch tussen vraag en aanbod op het gebied van personele competenties. Meegaan in de smart industry vereist skills op het gebied van digital technologie die juist bij oudere werknemers tekort kan schieten. Dit probleem wordt ook bij de huidige verkenning breed herkend.

De provinciale en regionale activiteiten rond fieldlabs en regionale technologiecentra worden mede hierom ook zeer op prijs gesteld, zo blijkt ook uit deze verkenning. Zoals ook dit probleem weer breed wordt herkend.

Tegelijk wordt erkend dat de high-tech-investeringen in de smart-industry met zich meebrengen dat jongeren zich aangetrokken (kunnen) voelen tot bedrijven die hierin voorop lopen. Dit kan ook het gevolg zijn van een scherper profileren van degelijke bedrijven als (onzichtbare) 'koplopers' op het gebied van circulaire economie en (in enkele gevallen) milieu-technologie. Het opwaarderen van activiteiten op het gebied van onderhoud en reparatie tot een functie die een essentiële 'duurzame' schakel is in de keten om hoogwaardig en zuinig met onze materialen en goederen om te gaan, zou een positieve invloed kunnen uitoefenen op de aantrekkelijkheid van deze functies.

2.1.3 *Grootste uitdaging: ruimtetekort*

Terwijl dit niet voor alle bedrijven die geïnterviewd zijn geldt, raakt het aan één van de uitgangspunten van een circulair handelingsperspectief: het effectief benutten van capaciteit van apparatuur of ruimtes. De Ellen MacArthur Foundation stelt in haar rapport *GROWTH WITHIN: A CIRCULAR ECONOMY VISION FOR A COMPETITIVE EUROPE* (2015) dat het opheffen van deze onderbenutting een significante waarde (tot 20 miljard euro op EU-schaal) waarde zou kunnen opleveren.

Het voorkómen van onderbenutting van kapitaalgoederen is een primaire drijfveer van bedrijven, en de activiteiten gericht op intensieve benutting hiervan komen dan ook later aan de orde. In essentie draagt zeer effectieve benutting van apparatuur ook bij aan effectieve ruimtebenutting. Het meest expliciet wordt dat gemaakt door het bedrijf **WILA** (producent kantpersgereedschappen) in Lochem.

Niet alleen is WILA in een 5-ploegendienst gaan werken om de beschikbare ruimte optimaal te benutten, ook het ruimtegebruik zelf is optimaal ingezet: "*Wij zijn ons bewust van de noodzaak om zorgvuldig met de omgeving en de middelen om te gaan*", vertelt directeur Hans Willemsen. "*Iedereen verstaat wat anders onder cleantech, maar voor mij is het bewustzijn creëren in de omgeving en bij de*

medewerkers voor zo min mogelijk verspilling, je zoveel mogelijk op hergebruik te richten en daar rendement uit halen. De gereedschappen uit Lochem worden wereldwijd afgezet, (...), waardoor het bedrijf, (...) hard groeit. “Je eerste impuls is de fabriek groter maken. Maar wij hebben niet het aantal vierkante meters uitgebreid, wij benutten de kubieke meters. Als je daarin slaagt, neemt het verwarmen en koelen niet toe, wordt de loopafstand niet groter en belast je het milieu minder. Dat mes snijdt aan alle kanten.”¹⁰

2.1.4 Grootste uitdaging: hoge investeringskosten

In het rapport van Hospes wordt geconcludeerd dat *“de kansen van facility sharing en field labs – het samen met andere bedrijven investeren in een gedeelde faciliteit om te leren, experimenteren of produceren, zoals een dure machine – ... nog niet ten volle (worden) benut”*.

Analoog aan het vorige punt geldt ook hier dat een intensieve benutting als één van de pijlers onder een meer circulaire economie kan worden gezien. Onder de bedrijven die tijdens deze verkenning zijn bevraagd is een aantal voorbeelden te vinden waar gedeeld gebruik van equipment een deel van de bestaande business uitmaakt, of zelfs -zoals in het geval van **24/7 TailorSteel**- de basis van het businessmodel is. Een aantal van die voorbeelden zal in de volgende hoofdstukken worden uitgelicht.

2.1.5 Grootste uitdaging: cyber-risico's van de smart industry

Hospes concludeert dat *“Bedrijven een toename ervaren van de risico's: een nadeel van smart industry is dat bedrijven kwetsbaarder worden voor cybercriminaliteit.”*

Ook in deze verkenning kwamen dergelijke geluiden naar voren. Zo beperkt GOMA het gebruik van internet-of-things in de eigen productie, om geen risico van productie-onderbreking te lopen.

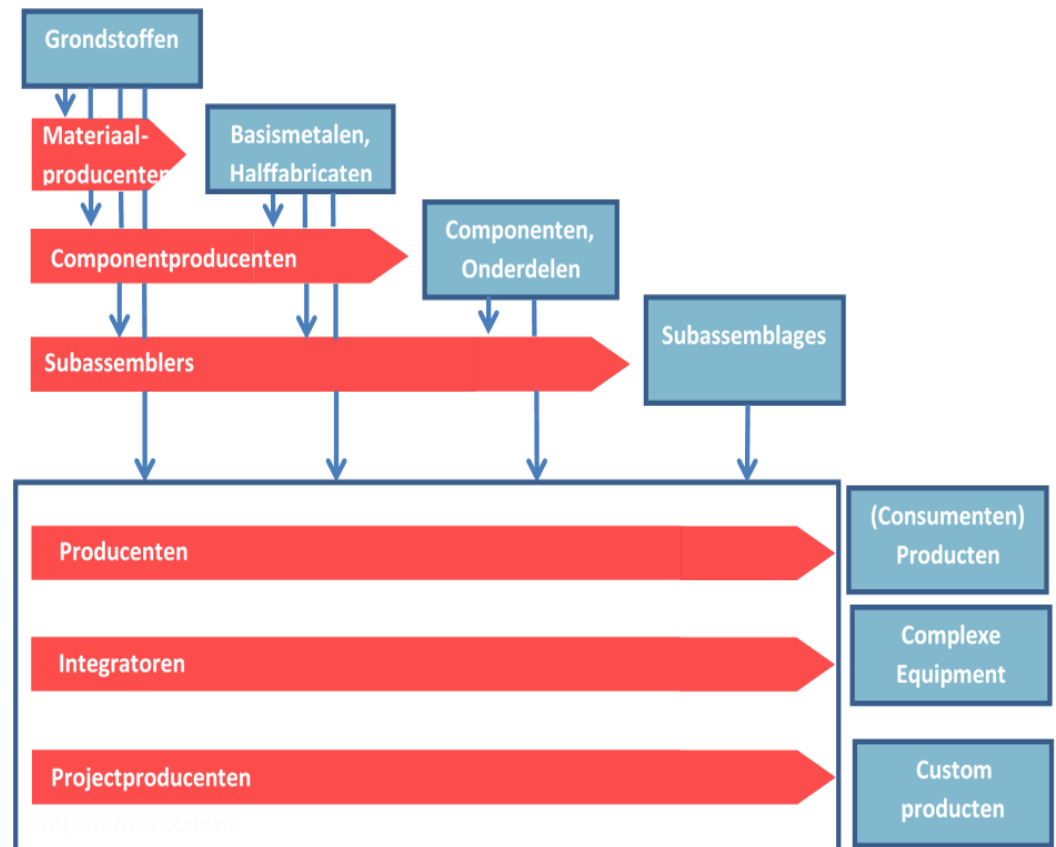
Ook in de relatie met de klanten spelen deze overwegingen een rol. Door de toepassing van sensoren in geleverde apparatuur of systemen kan op afstand de conditie van apparatuur in de gaten gehouden worden. Tegelijk kunnen sensoren ook diepe informatie geven t.a.v. productie-capaciteit, lijnbezetting, yield en dergelijke. De electronica-industrie is hier bijvoorbeeld erg gevoelig over (en voor), reden waarom een equipment-leverancier als **BESI** geen op afstand uit te voeren predictive maintenance programma voor zijn klanten heeft lopen. Andere marktsegmenten, waar globale concurrentie minder een rol speelt (zoals bij broodmachines geleverd door **Kaak** en productiebedrijven waar de transportrailsystemen beleverd en bemonitord worden door **Herwijnen**) zijn hier minder gevoelig voor en daar kunnen dan ook intensievere onderhoudscontracten worden gesloten.

2.2 Welke typen maakindustrie komen we tegen in deze verkenning?

In deze verkenning zoeken we naar circulair handelen in de smart industry. Daarbij is de plek van een bedrijf in de waardeketen mede bepalend voor de ambities op dit

¹⁰ Uit: <http://www.stedendriehoekinnoveert.nl/extra/cleantech-tomorrow-draait-om-circulaire-economie>

vlak. Zo zal een transitie naar een ander op dienstverlening gebaseerd businessmodel alleen bij een zelf-ontwerpend en systeemleverend bedrijf een rol kunnen spelen. Een leverancier van bewerkt plaatstaal zal daarentegen vooral in kunnen zetten op materiaal-efficiëntie en het hergebruik van productieschap. Voor een indeling van de bedrijven in deze verkenning maken we gebruik van de indeling zoals we die hebben geïntroduceerd in het rapport “Kritische materialen en de Nederlandse technologische industrie”¹¹.



Figuur 5. Waardeketen Maakindustrie

Als we de geïnterviewde bedrijven moeten indelen op deze wijze dan ontstaat het volgende beeld:

Type bedrijf	#
Materiaalproducenten	2
Componentproducenten	5
Producenten (OEM)	7
Integratoren	4
Projectproducenten	2

¹¹ Derk Bol (Materials innovation institute (M2i)), Ton Bastein (TNO), in opdracht van RVO en FME, april 2012

Alhoewel de grenzen tussen de verschillende types bedrijven niet zo scherp zijn is duidelijk dat de meeste bedrijven concrete producten of hele systemen aan klanten leveren. Het belang van intensief onderhoud van geleverde apparatuur is dan ook bij al deze bedrijven groot. Typische materiaalefficiency-vragen spelen vooral bij de materiaalproducenten, maar ook bij die bedrijven die sterk verticaal geïntegreerd zijn en vanaf basismetaal de verdere verwerking naar componenten in huis verzorgen.

3 Circulair handelen in de Gelderse smart industry

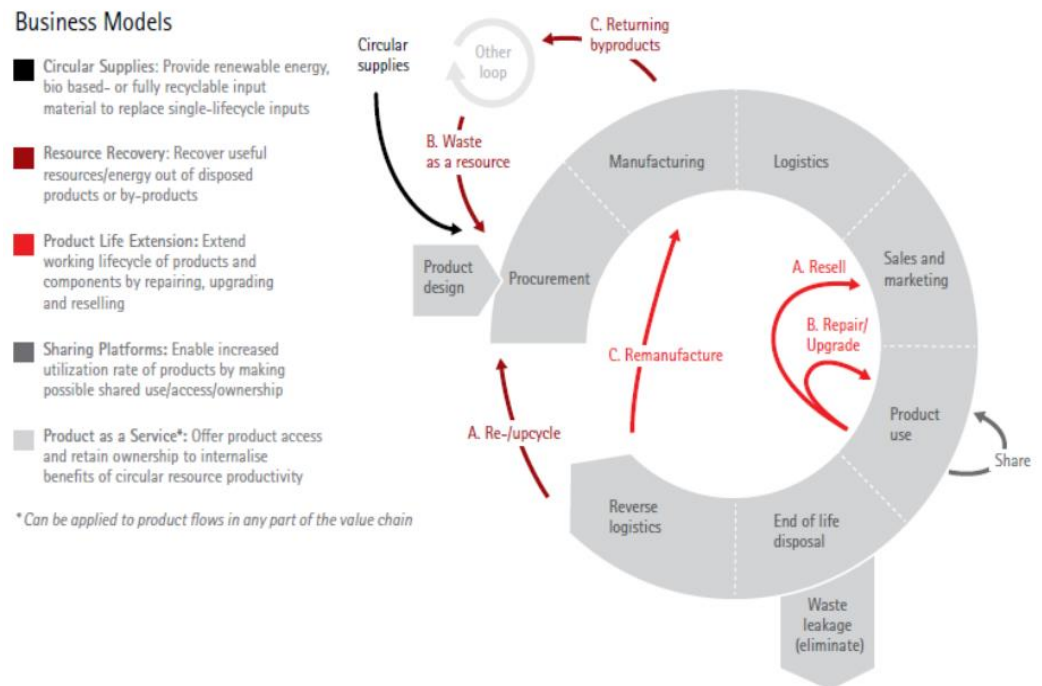
3.1 Introductie

Het is de insteek van deze verkenning de bijdrage die de Gelderse smart-industry-bedrijven leveren aan een meer circulaire economie expliciet te maken en te bezien of en hoe deze ervaringen een voorbeeldfunctie zouden kunnen vervullen voor andere bedrijven uit de maakindustrie, andere sectoren in de industrie of zelfs de maatschappij in breder verband. Zoals de provincie in een eerdere verkenning zelf stelt: “De smart industry wordt op deze manier een vliegwiel en aanjager van de circulaire economie.”

Om die bijdrage expliciet en zichtbaarder te maken zijn 20 bedrijven (zie Bijlage 1) uit de Gelderse maakindustrie geïnterviewd. In elk van die gesprekken stond het primaire proces van de bedrijven centraal, en niet zozeer hun ambities op het gebied van duurzaamheid en circulaire economie. Bijzondere aandacht ging daarbij uit naar de rol die ICT in toenemende mate speelt in dat primaire proces en naar de wijze waarop dat invloed heeft op ‘circulariteit’. Op basis van dat primaire proces bleken tal van aanknopingspunten te bestaan die duidelijk maken dat het kijken naar de huidige praktijk lessen oplevert ten aanzien van de circulaire economie. Niet alleen over technologie, maar ook over drijfveren, barrières en randvoorwaarden om te komen tot innovaties in het algemeen en innovaties t.a.v. duurzaamheid in het bijzonder.

In dit hoofdstuk lopen we de verschillende aspecten van een circulaire economie af min of meer langs de lijnen van de 5 businessmodellen die Accenture schetst in haar rapport Circular Advantage (zie figuur 6). In het Nederlands zijn die modellen:

- Efficiënter gebruik maken van grondstoffen
 - Processen met minder verlies van grondstoffen
 - Processen met minder materiaalgebruik: 3D printing
 - Hergebruik van productiescrap
- Levensduurverlenging van componenten en producten
 - Onderhoud en reparatie
 - Remanufacturing
 - Upgrading van tweedehands-systemen
- Intensiever gebruiken van assets door producten te delen
- Controle houden over goederen door diensten i.p.v. producten te leveren



Figuur 6. Circulaire Businessmodellen volgens Accenture

3.2 Efficiënter gebruik maken van grondstoffen

De basis van het efficiënter omgaan met grondstoffen begint bij het minder inzetten van grondstoffen en het tegengaan bij verspilling bij het productieproces. In die zin geeft de zogenaamde Ladder van Lansink (zie figuur 7) nog steeds het aansprekende voorbeeld: de bovenste trede van afvalpreventie ligt in Preventie van het gebruik van grondstoffen en van het ontstaan van afvalstoffen. Bij de geïnterviewde bedrijven zien we drie activiteiten die leiden tot een betere inzet van grondstoffen:

- Een betere procesvoering waardoor minder inzet van grondstoffen nodig is
- De eigen inzet van scrap in het productieproces
- Het verminderen van materiaalgebruik m.b.v. 3D Printing.



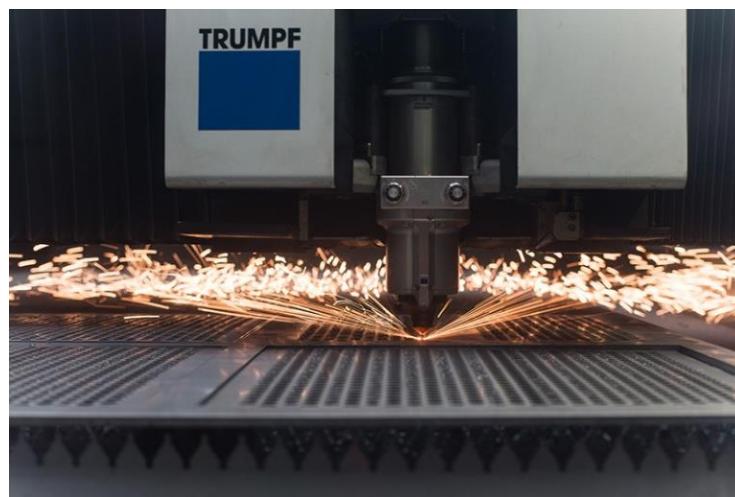
Figuur 7. De Ladder van Lansink

- 3.2.1 *Minder inzet van eigen grondstoffen door slimme procesvoering*
 Alhoewel metaalscrap in de maakindustrie nooit als verloren kan worden beschouwd (er is immers een goede markt voor secundair metaal) levert het economische en milieutechnische voordelen op zo effectief mogelijk te werken met de ingekochte grondstoffen. Immers, productiescrap levert verliezen op (te hoge voorraden en prijsverschil tussen inkoop van verkoop scrap) en draagt ook qua footprint niet bij (omvormen van productiescrap kost energie los nog van de transportkosten van primaire en secundaire materialen).

Plaatbewerkers **GOMA** en **24/7TailorSteel** zien dat de intensieve en 'smart' contacten met de klanten ervoor zorgen dat veel intensiever met materialen omgegaan kan worden, bijvoorbeeld door 'nesting', het combineren van klantorders op zo'n manier dat zo efficiënt mogelijk bewerkt kan worden en een minimum aan snijverlies ontstaat.

Voor **GOMA** betekent Smart industry dan ook dat productie op basis van rolling forecasts kan plaatsvinden. De robotisering in hun proces ('Plaat-op-maat') zorgt er vervolgens voor dat er geproduceerd wordt met een minimum aan afvalstromen: 'Bewerking en magazijn praten met elkaar'. Het werken met rolling forecasts is essentieel hierin: dit is inmiddels een eis voor GOMA om met klanten te werken.

Bij **24/7TailorSteel** vindt volledig geautomatiseerde orderplaatsing plaats door klanten voor maatwerk in plaatstaal. Door 'nesting' van deze klantvragen wordt een optimale uitnutting van grondstoffen bereikt. Een normaal proces leidt tot 30% snijverlies, bij 24/7TailorSteel is dat 10% minder oftewel: 3% van het totaal van 24.000 ton verwerkt staal per jaar.



Figuur 8 Productie-apparatuur bij 24/7 TailorSteel

- 3.2.2 *Minder inzet van grondstoffen bij en door klanten door sensor-inzet*
 Op een heel andere manier zorgt **Nijhuis** uit Doetinchem voor een kleinere inzet van grondstoffen bij hun klanten. Nijhuis levert volledige systemen voor afvalwatermanagement bij hun klanten. Nijhuis heeft het "i-DOSE" system ontwikkeld waardoor een op afstand uit te lezen real-time doseerproces mogelijk

wordt voor de afvalwatersystemen waardoor de kosten voor de chemicaliën-consumptie bij de klanten afnemen. Daarnaast zorgt Nijhuis via zijn afvalwatertechnologie AECO-FAT voor een recovery van in principe waardevolle ingrediënten als vet ten behoeve van de productie van bio-brandstoffen en stoom uit afvalwater. Hierdoor dalen ook de kosten van de afvalwaterheffingen.

3.2.3 *Inzetten van scrap in eigen productieproces*

Alvorens snijverlies aan te bieden aan de recyclingmarkt kan ook getracht worden deze materialen voor de eigen productie van onderdelen in te zetten. Dit wordt o.a. gedaan door Nijhuis uit Doetinchem. Gebruikmakend van de eigen design-capaciteiten reduceren ze hun kosten door gebruik te maken van snijafval van RVS, om daar kleine objecten (pijpenhouders, archimedische schroeven e.d.) van te maken. Dit draagt bij aan lagere afval- en aanschafkosten.

3.2.4 *3D-Printing: op weg naar minder materiaalgebruik*

Een verstandig gebruik van materialen begint vanzelfsprekend bij het ontwerp-proces. 3D-Printing biedt radicaal andere mogelijkheden om componenten en producten te ontwerpen, waarbij centraal staat dat een aanzienlijke reductie van materiaalgebruik het gevolg kan zijn, onder gelijkblijvende constructieve en functionele eigenschappen. Waar 3DPrinten in kunststoffen al geruime tijd zijn intrede heeft gedaan, is ook het metaalprinten in toenemende mate een industrieel proces aan het worden. In dit proces speelt **De Kaak Groep** uit Terborg (wereldspeler op het gebied van industriële bakkerijtechnologie) een belangrijke rol.

Kaak kwam enkele jaren geleden in contact met het Eindhovense AddLab (nu omgebouwd tot Additive Industries) en stapte al snel in op de mogelijkheden die AddLab bood. Kaak was het eerste bedrijf waar in 2016 een productie-unit van Additive Industries werd geplaatst. Inmiddels staat deze apparatuur ook bij BMW en de Formule-1-stal van Mercedes. De provincie Gelderland heeft hier een belangrijke rol bij gespeeld, onder andere door de samenwerking te subsidiëren met 6 lokale ondernemers en 2 onderwijsinstellingen¹², die ook gebruik maken van deze printer (waarover later meer).

De aanleiding voor belangstelling in 3D-printen lag in de enorme hoeveelheid spare parts die Kaak van over de hele wereld haalt en de daarmee verbonden lange levertijden. De mogelijkheden voor 3D Printen waren al onderdeel van de roadmap van Kaak toen de mogelijkheden rond Additive Industries zich voordeden.

Op dit moment is voor Kaak 3D printing uit de experimenteerfase. De 3D printer kan tot 600 kleine componenten tegelijk maken. Het gaat daarbij echt niet alleen maar om single pieces en zeer complexe constructen, maar ook om relatief simpele componenten als steuntjes voor luchtcilinders en stempels voor bakblikken. Door nu anders te kunnen ontwerpen levert de 3D printer tot 50% vermindering van materiaalinzet op. En natuurlijk ook tot een reductie van afvalstromen. Verrassend is ook dat het staal met hetzelfde ontwerp tot 30% sterker is dan plaatstaal. Dit komt omdat plaatstaal wordt gewalst, waardoor het staal zwakker wordt.

¹² Dit betreft Bronkhorst High-Tech (meet- en regelsystemen), Goma (plaatwerk), Remeha (verwarmingsketels) en Van Raam (aangepaste fietsen), WILA en Eijkelkamp, en daarnaast het Graafschap College, de Anton Tjink Techniekschool en de HAN.

Daarnaast neemt ook het aantal benodigde werkstations voor productie af (tot op dit moment zelfs van 6 naar 2 werkstations) en het aantal losse onderdelen (op dit moment zelfs van maximaal 5 onderdelen tot 1 3D-printed-object).



Figuur 9. Informatieposter 3D printing bij Kaak

De grondstof voor het 3D Proces is ook deels in eigen beheer. Kaak verwerkt nu ook retourstromen (bijvoorbeeld scrap of retourcomponenten) t.b.v. poederproductie. Het biedt voordelen om de retourstromen te gaan regelen om de kwaliteit van het materiaal te kunnen beheersen.

Daar waar het 3D-print-proces voor Kaak onderdeel van het productieproces is geworden, is het dat voor de deelnemers aan het 3D-Print-platform dat Kaak heeft opgericht nog niet. **Van Raam**, producent van aangepaste fietsen, doet nu vooral mee om design-ervaring op te doen, en te leren hoe andere vormen te kunnen hanteren. Voor hun is 3D printing gericht op beter voorraadbeheer. Het printen duurt lang, maar in totaal is het toch veel sneller dan produceren met een matrijs en levering vanuit China. Het is voorlopig gericht op specials. Wel heeft Van Raam een eigen kunststofprinter. After sales heeft geen voorraad meer maar kan delen zelf printen!

Ook **Royal Eijkelpkamp**, producent van o.a. sensoren t.b.v. grondwaterbemonstering, heeft een eigen 3D-printer geïnstalleerd, maar gebruikt die nog voornamelijk voor het ontwikkelen van prototypes.



Figuur 10. Van den Borg van Kaak bij de 3D Metaalprinter van Additive Industries

3.3 Levensduurverlenging van componenten en producten door onderhoud en reparatie

In de literatuur rond de waarde- en werkgelegenheidscreërende aspecten van een circulaire economie wordt een groot belang gehecht aan activiteiten die ervoor zorgen dat eenmaal geproduceerde goederen langer in omloop blijven. De Ellen MacArthur Foundation noemt dat de 'power of the inner circles' en de 'power of circling longer'. Het werd al eerder gememoreerd dat met name deze activiteiten op veel plaatsen in de samenleving al van oudsher op hoog niveau staan, vooral daar waar het gaat om kapitaalsgoederen, bijvoorbeeld in de maakindustrie. Dat geldt dan vooral voor het uitvoeren van intensief onderhoud en reparatie, en in iets mindere mate voor activiteiten op het gebied van remanufacturing en refurbishment. In deze paragraaf komen activiteiten rond onderhoud en reparatie aan bod. In paragraaf 3.4 staan we stil bij activiteiten rond refurbishment.

3.3.1 *Onderhoud en reparatie, al dan niet 'preventive' en met de inzet van sensoren*

Voor elke leverancier van kapitaalsgoederen is het vanzelfsprekend essentieel om hoog-kwalitatieve onderhouds-, storings- en reparatiediensten te kunnen bieden: afnemers rekenen op een zo hoog mogelijke 'up-time' van de productiesystemen die zijn geleverd en een zo mogelijk volledige afwezigheid van onverwachte productie-storings. Dit geldt vanzelfsprekend ook voor de maakbedrijven uit deze verkenning. De websites spreken wat dat betreft al voor zich; enkele voorbeelden:

- **VMI** (productiesystemen voor de bandenindustrie): *VMI Preventive Maintenance is designed to guarantee a risk free operation and a production at maximum output. Based on our years of experience and insight into failures and spare parts consumption of our machines, we have designed Preventive Maintenance Routines and Spare Part Kits for each machine type*
- **Nijhuis**: *The Nijhuis i-MONITORING & i-CONTROL program is a true intelligent service with a ROI based on the current or expected OPEX of the system. To reduce the life-cycle cost of your plant and extend the lifetime we provide a complete management of your installation through 24 / 7 monitoring, which is facilitated from our monitoring center in Doetinchem, the Netherlands.*

Our i-MONITORING & i-CONTROL program is a preventive method to control the number of installation issues

- **Herwijnen Railtechniek:** *"System faults can be localised on-line world wide, as required by our clients. The monitoring is done through a specially dedicated router which is connected to our secure server in Holland. This router provides us with a direct link to the conveyor parts on site."*
- **Pentair Fairbanks Nijhuis:** *"Pentair Fairbanks Nijhuis Services repareert pompen op locatie of in een van de eigen service werkplaatsen. De aangeboden diensten variëren van "24/7" beschikbare reparatieservices tot total care maintenance op basis van toestandsafhankelijk onderhoud waarbij onderdeelvoorraden voor derden beheerd worden"*

De driver voor dit intensieve onderhoud is vanzelfsprekend de garantie aan de klant dat hij altijd volledig wordt ondersteund, en niet primair het stimuleren van een circulaire bedrijfsvoering. Toch speelt dat bij diverse bedrijven wel degelijk een rol. Op sensoren gebaseerd preventief en voorspelbaar onderhoud levert immers - naast tevredener klanten- ook een reductie op van de hoeveelheid op voorraad liggende reserve-onderdelen en van het aantal ineffectieve bezoeken van onderhoudsploegen. Verschillende bedrijven (getuige ook al de citaten hierboven) werken met op afstand uitleesbare sensoren om de toestand van de geleverde apparatuur nauwkeurig te kunnen monitoren.

Beumer, een internationale leverancier van transportsystemen voor o.a. de procesindustrie, luchthavens en pakketdiensten, werkt met intensieve onderhoudscontracten voor o.a. pakketdiensten. De inzet van sensoriek speelt daarbij een belangrijke rol, die nog niet altijd door de klant wordt ingezet. Beumer ziet dat de jongere generatie eerder gebruik maakt van web-portals en digitale informatie dan de wat meer traditioneel ingestelde lokale service-monteurs. De machines zijn al helemaal gedigitaliseerd en dat leidt tot nieuwe vormen van onderhoud en zelfs businessmodellen. Sensoren brengen continu alle data naar een centraal systeem dat Beumer kan zien en waarmee threshold- alarmen kunnen opgezet. M.b.v. data-analyse en patroonherkenning en machine learning ontstaat een steeds hoogwaardiger vorm van preventief onderhoud. Vroeger waren er standaard-momenten voor onderhoud. Het huidige niveau van real-time monitoring voor predictive maintenance is veel beter. Informatie over bijvoorbeeld trillingen, lagers, temperatuur, etc. levert minder onderhoud en een levensduurverlening van motoren, lagers en schakelingen op.

De diepe informatie over machine-prestaties leidt bij Beumer tot het nadenken over andere businessmodellen, waarbij het mogelijk gaat zijn contracten te sluiten op basis van functionele specificaties. Overigens levert de huidige sensor-informatie al een verandering op van hun eigen voorraden in de vorm van minder en andere spare parts.

Ook **Kaak** is bezig met condition based maintenance, waarbij data van de installed base via de cloud binnenkomen. Kaak monitort het energieverbruik van de geïnstalleerde systemen en een eventuele achteruitgang daarin. Data-analisten bij Kaak gebruiken self-learning en fingerprinting, zodat onderhoudsmonteurs beter voorbereid zijn. De feedback van monteurs wordt gekoppeld aan de data waardoor 'fingerprints' van onderhoudsissues ontstaan. Gezien de relatie met Kaak, hebben

klanten hebben geen bezwaar tegen het delen van de machine- (en dus ook productie-)gegevens met Kaak.

Remeha (verwarmingsketels) heeft zelf een actieve onderhoudsdienst (Remeha heeft 35 monteurs in dienst als tweede lijnsservice naast installateurs). Maar het bedrijf rust in toenemende mate geïnstalleerde apparatuur uit met sensoren en kan alle apparatuur koppelen en beschikbaar maken op een data-platform. Dit leidt tot predictive maintenance, een hoger service-niveau, en een betere voorspelling van de tijd die nodig is voor reparaties, en van de daarvoor benodigde onderdelen en tools. En tot een veel diepere kennis van Remeha over de prestaties, waarmee de verhoudingen met de installateurs kunnen veranderen. In de praktijk krijgen installateurs te weinig tijd per woning om onderhoud te doen, dus in een apparaat met veel componenten (venturi, automaat, etc.) is het meest uitgewisselde component de automaat. Die is immers moeilijk te diagnosticeren. In de praktijk wordt hier nog maar weinig gebruik gemaakt van predictive maintenance, maar die situatie zou kunnen veranderen. Issue is hier wel dat je via remote sensing van de verwarmingsinstallaties veel ziet van de prive situatie: het beschermen van de data-transmissie moet goed op orde zijn en sensoren moeten gebruikt worden puur om essentiële info voor performance van componenten naar boven te halen. Gevolg van deze ontwikkelingen voor Remeha is dat de It-afdelingen steeds zwaarder worden: er zijn nu 100 man betrokken bij digitale activiteiten, terwijl dat er 10 jaar geleden nog maar 6 waren.

VMI doet niet zelf het onderhoud van de door hun geleverde machines. Daarvoor is de installed base te groot en verspreid. Lokale storingsdiensten worden opgeleid. Wel zijn er langlopende onderhoudscontracten. Door die intensieve cont(r)acten ontstaat ook een markt voor retrofits: VMI is op de hoogte van de staat van de apparatuur en kan op tijd inspelen op nieuwe ontwikkelingen.

Kenmerkend voor de bandenindustrie is dat machines in het veld gaan zeer lang meegaan, soms wel tientallen jaren. De lange levensduur is essentieel in het businessmodel van de branche: investeringen zijn alleen rendabel als de levensduur langer dan 10 jaar is. Deze onderhoudscyclus is een belangrijk onderdeel van de VMI-omzet: retrofitting draagt ongeveer 15% bij aan de omzet, servicecontracten zelfs 25%. Gezien het belang van service-verlening zou het heel gunstig zijn als VMI klaar zou zijn voor preventive maintenance. Daar wordt in de industrie zelf al veel mee gewerkt bijvoorbeeld door metingen op basis van trillingsgedrag. VMI kan hier nog stappen zetten en het staat op de agenda binnen R&D. De consequentie van die beweging zal zijn dat er meer sensoren in de machines worden geplaatst en software ontwikkeld moet worden die signaleert en interpreteert. Op zich wordt er nu al veel gemeten op de machines: er zijn 200 datapunten per band beschikbaar.

De droom van VMI is preventive maintenance met machine-info naar een centrale control-unit, maar de markt wil geen absolute transparantie over de productie. De eerste stap is om met klanten te kijken wat de minimum-eis voor preventief onderhoud is, en dan vooral te werken met verzamelde data en niet per se met (kostbare) sensoren. Voor VMI kan dit een belangrijke stap zijn: VMI-equipment zit in het topsegment en het concurrentieel voordeel zal moeten liggen in een verhoging van de MTBF (mean time between failure), en daar kan preventief onderhoud een goede rol spelen.

Voor **Herwijnen Railtechniek** is onderhoud door de inzet van sensoren aan verandering onderhevig en leidt die inzet van sensoren tot andere klantrelaties. Op dit moment zijn 6 full-time servicemonteurs in dienst. Onderhoud van zware railsystemen vindt minimaal 1 keer per jaar plaats. Met de inzet van sensoriek en communicatie met een centrale unit is men nu bezig. De railsystemen hebben nu al een VPN waardoor controle op afstand mogelijk is. De sensoren in de installed base houden nu bij hoeveel storingen optreden, maar op dit moment zijn oorzaken van storingen nog moeilijk te achterhalen. Herwijnen stelt dat kennis van de storingen leidt tot betere en goedkopere service en in meer inzicht in levensduur. Nu vinden er in railsystemen 50 tot wel 7000 schakelingen per dag plaats. Deze inzichten in belasting kunnen aanleiding geven tot redesign t.b.v. levensduurverlenging, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een specifieke materiaalkeuze.

Royal Eijkelkamp, dat sensoren levert voor waterbemonstering en grondonderzoek, heeft een datacentrum ingericht dat het mogelijk maakt om op afstand de performance van door hun geplaatste equipment uit te lezen en storingen te traceren. Alhoewel Royal Eijkelkamp vaak alleen de data aanlevert en niet verantwoordelijk is voor het totaalresultaat van een project, is deze monitoring essentieel bijvoorbeeld voor het geval er een garantie is afgegeven voor continue prestaties. Dit leidt tot effectievere en efficiëntere onderhoudsbeurten. Het gaat voor de klant hierbij niet om up-time: het gaat hier immers om monitoring niet om een onderdeel van een productieproces. Alhoewel onderhoud bij alle systeem- en equipment-leveranciers belangrijk is, zijn bepaalde marktsegmenten behoudender bij het samenwerken met leveranciers als het om onderhoud gaat. Dat bleek al bij de ervaringen van **VMI**, hiervoor beschreven.

Maar ook **Smit Transformatoren** werkt nog vaak op afstand van de afnemers. Grote transformatoren gaan lang mee: ze zijn 30-40 jaar in gebruik. Ze hebben een serviceclub en leveren de mogelijkheid voor sensorische informatie op basis van DGA-metingen van de isolerende olie (waardoor vochtgehalte kan worden bepaald). Dit doet Smit echter vooral bij bedrijven waar de transformator geen deel van de core activity is. Smit kan in principe monitoringssystemen in een netwerk laten draaien en zelf uitlezen en actief adviseren. Maar veel klanten hebben vaak zelf al hun monitoring systeem en willen de informatie voor zichzelf houden. Gezien

het kritieke karakter van deze infrastructuur zijn ze bezorgd over cybersecurity. Het op afstand uitlezen van prestaties gebeurt daarom nog niet.



Figuur 11 Transformatoren van Smit

Dit laatste geldt ook voor **BESI**, leveranciers van equipment voor de back-end van de halfgeleider-industrie. De concurrentie onder hun klanten is zo moordend, dat elke informatie die gerelateerd kan worden aan yield en productie-volume als uiterst strategisch wordt beschouwd. Daarom is het delen van informatie over machineprestaties op afstand geen gemeengoed. Het 24/7 karakter van de klanten zorgt er ook voor dat preventief onderhoud niet als essentieel wordt gezien: op sterk van te voren ingeplande momenten dient onderhoud plaats te vinden, en op preventieve basis wordt dan een volledige onderhoudsbeurt gegeven.

Onderhoud dient natuurlijk ook aan het eigen machinepark te worden verricht. De wijze waarop predictive maintenance wordt ingezet, hangt o.a. af van de intensiteit waarmee de apparatuur wordt gebruikt. Voor een vol-continu-bedrijf als **24/7TailorSteel** is uptime en planning (zodat geen verstoring plaatsvindt) key: daarom vindt niet zozeer 'predictive maintenance' plaats, maar wordt onderhoud op gezette tijden ingepland, waarin ook preventief onderdelen worden vervangen. Alles is gericht op verkleining van de kans op verstoring van het continu-proces.

Ook **VDL Weweler** (producent van veren voor vrachtwagens en trailers) is een 24/7 bedrijf waarvoor preventief onderhoud van het eigen machinepark essentieel is. In het kader van het EU project Factory of the Future wordt onderzocht hoe met machinegegevens te voorspellen is wanneer onderhoud nodig is. Dit alles om de Overall Equipment Efficiency (OEE) te maximaliseren. Het gebruik van door VDL Weweler zelf geplaatste sensoren speelt daar een belangrijke rol in. Het maakproces dient vanwege het warmvormen in serie plaats te vinden, waardoor geen buffervorming mogelijk is. Elke stilstand levert dus stilstand van het hele proces op. Door op predictive maintenance in te zetten is de OEE 10% verbeterd en de materiaaluitval tot 3% verminderd.

Bosch Scharnieren heeft niet de druk van een 24/7-operatie maar heeft met de leverancier van essentiële productie-apparatuur een proces opgestart waarbij via een sensor-connectie de machine op afstand bestuurd kan worden en predictive maintenance door de leverancier van de machine mogelijk gemaakt wordt.

3.3.2 Preventive maintenance mogelijk maken m.b.v. sensoren

UVS Industry Solutions is consultant en software- en sensor-provider op het gebied van proces-monitoring. Ze zijn sterk betrokken bij data-generatie en -verwerking t.b.v. preventive maintenance. Tot voor kort werd ondersteuning t.b.v. preventive maintenance uitgevoerd aan de hand van een OpenICM platform. Dit is bij uitstek bedoeld voor preventieve onderhoudsactiviteiten (zie ook de website openicm-portal.com). De volgende stappen voor UVS-IS zijn om ook preventive maintenance oplossingen en diagnostiek aan te bieden. Verder heeft UVS-IS een onderhoudssensor ontwikkeld die veel gegevens over performance en trillingen oplevert; deze sensor werkt draadloos, geeft informatie over trillingen, temperatuur en -met een gyroscoop bepaalde- positie. Deze sensor leidt tot predictive maintenance door intensieve samenwerking met machineleveranciers: hun data zitten in het systeem en de relatie tussen performance en sensor-output leidt tot de juiste diagnostiek.

De ontwikkeling van deze sensor is in eigen huis gedaan. Op dit moment vindt opschaling plaats met een externe producent uit Winterswijk, waarbij mogelijk een partnership volgt. De ontwikkeling van deze sensor leidt voor UVS-IS tot de mogelijkheid een verticale oplossing aan te bieden die uit de praktijk data ophaalt, software inzet om tot voorspellend onderhoud te komen en slimme planning mogelijk maakt van resources en deze informatie in een management systeem (ERP) onderbrengt.

De sensor-ontwikkeling is ingegeven door machinebouwende klanten, zeker als deze ook voor onderhoud verantwoordelijk zijn. Op zich is de informatie gevoelig, maar de informatie is vooral gerelateerd aan de onderhoudscyclus en niet aan het primaire productieproces. De inzet van dergelijke sensoren werkt het beste als asset owner en service provider een keten vormen. Zeker als meer machinebouwers gaan verhuren en leasen en productiecapaciteit garanderen zal dergelijke informatie belangrijker worden. Op dit moment gebeurt dat nog niet veel, aldus UVS-IS. Die beweging is ingezet omdat partijen meer zekerheid over hun uptime willen hebben en technische diensten hebben die kleiner worden en minder weten van het onderhoud. Bij de omzetting naar een dergelijk businessmodel kunnen deze sensoren gebruikt worden om waardeontwikkeling bij te houden t.b.v. financiering.



Figuur 12 Smart sensoren uit de ERL serie van UVS Industrial Solutions

Op dit moment zijn enkele tientallen partijen met de sensor aan het werken, en komen ook resellers in beeld. Het analyseren van de impact is een volgende stap: wat heeft het bedrijven opgeleverd die ermee aan de slag gingen? Voorbeelden zijn bijvoorbeeld een geoptimaliseerd voorraadbeheer (van 40000 naar 4000 stuks in voorraad), minder stilstand en betere planning van onderhoud. Daarbij is ook een uitdaging niet te 'verzuipen' in data, ook omdat 3G communicatie anders te kostbaar wordt. Er vindt al data-selectie plaats op basis van de kennis van de

machines, en alleen met critical control points wordt connectie gezocht, maar alle data zijn er wel.

3.4 Refurbishment en remanufacturing

Refurbishment en remanufacturing zijn nauw verwante en relevante activiteiten in het kader van een circulaire economie. Refurbishment staat voor de renovatie van bestaande apparatuur met nieuwe of reeds bestaande componenten. Remanufacturing staat voor het opnieuw in de markt zetten van een reeds eerder gebruikt product naar de specificaties van het oorspronkelijk product, gebruikmakend van tweedehands-, gerepareerde of nieuwe onderdelen. Verschillende bedrijven in deze verkenning hanteren deze activiteiten als deel van hun businessmodel. Anderen geven expliciet aan dat het in hun marktsegment (nog) geen gemeengoed is.

3.4.1 *Refurbishment van klant-equipment*

EPR (ontstaan uit de elektrische werkplaats van Philips Semiconductors) levert complexe elektronica en geïntegreerde systemen, en beslaan de keten van printplaat tot afgewerkte modules. Refurbishment van elektronica is een belangrijk onderdeel van het businessmodel van EPR, omdat het laat zien dat EPR ook voor de eindfase bezig is, hetgeen leidt tot klantbinding. De overwegingen van klanten om over te gaan op refurbishment en repair zijn:

- Het product is kritisch of uiterst kostbaar
- Product wordt niet meer ondersteund door oorspronkelijke leverancier
- Ouder en kritisch product waarvan oorspronkelijk design verloren is gegaan (refurbishment wordt dan overigens wel kostbaar vanwege de noodzaak de hardware te bestuderen)
- Componenten zijn obsoleete geworden
- Componenten met een zeer lange levertijd.

Refurbishment vindt alleen plaats als het geen vitale functie betreft ook omdat er geen traceable kwaliteitscriterium is van de refurbished apparatuur. Een kenmerkend voorbeeld betreft de teltags die in de chipfabriek van NXP worden gebruikt. Indien EPR bij ontwerp betrokken is, streeft het bedrijf naar een modulair ontwerp dat rijp is voor reparatie en hergebruik.

ARA Aalten haalt nu ongeveer 5% van de omzet uit reparaties. Het bedrijf onderzoekt nu of en hoe refurbishment van electronica een belangrijker deel van de omzet kan gaan uitmaken. OEMs komen zelf met deze vragen, bijvoorbeeld t.a.v. outdated machines, die weer langer meekunnen door modernere componenten te integreren.

3.4.2

Refurbishment van eigen producten en systemen

Remeha, producent van verwarmingsketels uit Apeldoorn, zet zwaar in op refurbishment. De Gas-air-unit in de Tzerra is ontworpen t.b.v. refurbishment op componentniveau. Een te vervangen ketel keert na gebruik terug naar de groothandel, en vervolgens naar één bedrijf dat een kwaliteitstest doet met een Remeha-tester. De aanleiding voor deze strategie was een nieuw en complexer ontwerp van de gas-air-unit met minder maar relatief dure en multifunctionele componenten. De integratie van verschillende functies in slechts enkele complexere componenten heeft veel consequenties gehad, onder andere in de waardeketen waar leveranciers intensief moesten samenwerken. Deze component was ook in de ogen van installateurs in eerste aanleg te duur, maar een positionering via een LifeCycleAnalysis, een prijsvoordeel over de hele levensduur en goede garantie zorgde ervoor dat 60% installateurs ging binnen jaar overging naar een vernieuwde versie. Bijkomend voordeel is dat Remeha nu een schat aan informatie krijgt over het gebruik van componenten in het veld.



Figuur 13 De Tzerra gas-air-unit van Remeha

Smit Transformatoren kent een refurbishment-route. Mede op basis van de kwaliteitsmetingen (aan de hand van oliemonstering) halen ze transformatoren terug. Daarmee komen veel componenten terug. Het meest complexe en kostbare aspect van het maken van transformatoren zit overigens in het 'rewinden'. Dat is heel tijdsintensief dus zijn rewinds bijna net zo duur als compleet nieuwe. Deze refurbishment speelt geen majeure rol bij het ontwerp-proces: in die fase gaat het voornamelijk om de robuustheid van het ontwerp.

Herwijnen Railtechniek voert een actieve terugname-strategie van mechanische onderdelen (zoals staalconstructies t.b.v. ophanging en kettingen), bijvoorbeeld als een klant de productie wil verhogen. De ouderdom van kettingen is in dit geval een pré voor refurbishment: oude kettingen hebben immers door de krachten die erop werken een andere maatvoering en kunnen dus eenvoudiger aan bestaande systemen worden gekoppeld t.b.v. uitbreiding. Tot op heden is het de grote kennis van de eigenaars van Herwijnen van de installed base in de markt die zorgt dat dit werkt. Zowel qua aanbod, als qua vraag naar refurbished systemen. Het hele systeem zit nu nog eerder in hun hoofd dan in database-structuren. Dit zou geautomatiseerd kunnen worden om optimaal gebruik van tweedehands-onderdelen te kunnen maken. Naast een goede klantbinding zorgt deze refurbishment voor ongeveer 5% van de omzet: die komt dan van serviceverlening of in het ergste geval van de oud-ijzer-prijs.

3.4.3

Equipment voor refurbishment bij de klant

VMI levert apparatuur waarmee hun klanten het zogenaamde retreading-proces uit kunnen voeren. Zoals de website het stelt: "VMI's renowned cushion gum extrusion-smearing technology is used by a majority of bus and truck tire retreaders in the USA and Europe. Retreading prolongs a tire's lifetime by making it possible to

re-use tires multiple times. This of course considerably decreases waste and reduces the impact on the environment."

Dit retreading-proces vertegenwoordigt een volwassen markt. De intrinsieke kwaliteit en complexiteit van banden voor vrachtwagens is zodanig dat het zonde is een sterk karkas weg te gooien als het loopvlak niet meer voldoet. Hier speelt het businessmodel van fleetowners en bandenleveranciers ook een rol. Diverse grote fleetowners hebben geen banden meer in eigendom, maar een performancecontract met Michelin en Bridgestone gebaseerd op een kilometerbedrag. En zij besteden dat werk weer uit aan een grote retreader als het Belgische Bandag. VMI levert daar de apparatuur voor. Dit proces is overigens groot in de US en de EU, i.v.m. de kwaliteit van de banden. China, dat geen retreading-markt kent, kan goedkopere banden in de EU op de markt zetten.



Figuur 14 Retrax retreading systeem van VMI

3.5 Intensiever inzetten van assets door 'sharing' als een businessmodel

Een groot deel van de goederen om ons heen wordt maar zeer sporadisch ingezet. Zo staan onze auto's zo'n 95% van de tijd stil. Een belangrijke bijdrage aan een meer circulaire economie kan geleverd worden door intensiever van onze 'assets' gebruik te maken, bijvoorbeeld door het gebruik te delen. Verschillende businessmodellen leiden tot een dergelijk intensief gebruik van goederen, zoals het (ver)huren van goederen, het ter beschikking stellen van spare capacity van productie-apparatuur aan derden of zelfs het bedrijf volledig inzetten om met hoge intensiteit voor derden te produceren. De maakindustrie werkt met kapitaalsintensieve goederen, dus het is niet merkwaardig dat dergelijke businessmodellen tijdens deze verkenning de revue passeerden. In deze paragraaf volgt daar een overzicht van.

3.5.1 Verhuur van kapitaalgoederen

In plaats van kapitaalgoederen aan te schaffen met een lage bezettingsgraad, kan het voordeliger zijn deze goederen te huren. Op die manier blijven kosten beperkt, en worden assets intensiever ingezet.

Nijhuis heeft in de afgelopen jaren een rental fleet opgebouwd, waarin op containerschaal modulaire waterbehandelings-plants zijn geïnstalleerd. Het is een langzaam gegroeid businessmodel dat nu tussen de 5 en 10% van de omzet uitmaakt. Het begin ontstond door vragen uit de markt. Die betroffen urgente vragen of het uittesten van nieuwe technologie. De vloot is rustig opgebouwd en bestaat deels uit (onderdelen van) projecten die terugkomen en door Nijhuis werden ingekocht. Op deze wijze heeft deze rental fleet relatief weinig voorfinanciering gekost voor Nijhuis, terwijl vanzelfsprekend de financiering voor gebruikers slechts de huurkosten betreft.



Figuur 15 Nijhuis rental fleet

Ook **Royal Eijkelpkamp**, een ander bedrijf uit de water-waardeketen, heeft een verhuurvloot, en dan met name in de Sonics & Drill (S&D) tak van het bedrijf. Man en machine kunnen ingehuurd worden, zoals recent in Siberië t.b.v. permafrost-boren. Overigens is daar uiteindelijk de installatie gekocht door de huurder. De bediening werd verricht door personeel van Royal Eijkelpkamp, dus een robuust design t.b.v. een goed onderhoud en lange draaiuren zijn de sleutel voor succes. Omdat die verhuurvloot in verschillende omstandigheden wordt ingezet is de basis van het ontwerp standaardisatie en de mogelijkheid om snel te onderhouden en om te stellen naar een andere functie. Op dit moment draagt deze verhuur van 'man en machine' ongeveer 10% bij aan de omzet.

3.5.2

Delen van de eigen productiecapaciteit van kapitaalgoederen

Kaak kwam al eerder ter sprake: het bedrijf heeft een 3D-metaalprinter in gebruik genomen voor de productie van componenten voor zijn eigen productie. Daarnaast is de helft van de productietijd verhuurd aan andere Gelderse ondernemingen. Onder andere Bronkhorst High-Tech (meet- en regelsystemen), Goma (plaatwerk), Remeha (verwarmingsketels) en Van Raam (aangepaste fietsen) maken hier gebruik van. Ook enkele onderwijsinstellingen (het Graafschap College, de Anton Tjardink Techniekschool en de HAN) nemen deel aan deze constructie. De succesvolle ervaringen die Kaak opdoet met de eigen productie en met dit sharing-model, zijn voor Kaak aanleiding geweest de 3D printer sinds begin 2018 onder te brengen in een eigen BV: K3D. Het doel van deze BV is om eind 2019 5 locaties voor shared facilities te hebben opgericht. Het doel is ook hier om de investeringsniveaus omlaag te brengen en ook de design-drempel te verlagen door kennis & kunde te delen met de deelnemers. Het issue met deze technologie en daarmee deze BV is de bescherming van 3D designs. Daarom streeft Kaak ernaar IP op te bouwen op de ingezette materialen i.p.v. op design.

Ook **MTSA**, ontstaan uit Shell, KEMA en AKZO Nobel is gespecialiseerd in het ontwerpen en bouwen van klantspecifieke procesinstallaties, zet zijn machinepark voor een significant deel in voor OEMs, waardoor er een intensiever gebruik van de eigen assets ontstaat.

EPR streeft zelf niet naar een hoge bezettingsgraad, omdat ze zoeken naar uniciteit van hun productiemachines. Bij hun werk gaat het om lage aantallen, met veel omstellingen. Een voorbeeld betreft de kostbare x-ray waarmee through-scans gemaakt kunnen worden. De business case daarvan is moeilijk en er wordt dan ook ruchtbaarheid gegeven aan de beschikbare spare time (asset sharing). Daarmee wordt de apparatuur sneller terugverdiend en bekendheid verkregen. Volgens EPR lopen initiatieven om op de Health Campus in Nijmegen shared facilities te introduceren nog niet snel, maar dit kan wel belangrijk worden voor de samenhang, samenwerking en 'energie' op deze campus.

3.5.3 *Het aanbieden van shared services als businessmodel*

In principe zijn toeleveranciers aan de maakindustrie zoals **GOMA** en **24/7TailorSteel** erop gericht productie-apparatuur zo intensief mogelijk in te zetten door het voor derden in te zetten. In die zin levert deze outsourcing een vermindering van onderbezetting op en daarmee een bijdrage aan een circulaire economie.

24/7TailorSteel heeft zich toegelegd op volledig geautomatiseerde orderplaatsing door klanten voor maatwerk in plaatstaal (lasersnijden en buigen) en draait daarmee een vol-continu bedrijf met optimale bezetting van de productie-apparatuur. De administratie, logistiek, orderplaatsing en toelevering zijn alle gekoppeld aan dit order-systeem waardoor een grote doorlooptijdverkortung en efficiëntie-winst ontstaat.

3.6 **Nieuwe businessmodellen: Diensten leveren in plaats van producten**

De introductie van sensoren en daarmee de mogelijkheid op afstand prestaties uit te lezen leidt voor enkele van de bedrijven in deze verkenning nu al tot andere businessmodellen terwijl enkele andere in de fase zitten de mogelijkheden en voordelen daarvan te verkennen.

Beumer (transport- en logistieke systemen) ziet de relatie met klanten veranderen a.g.v. een toenemende hoeveelheid sensorische informatie uit geïnstalleerde systemen. Preventief onderhoud is (als bij meer bedrijven) mogelijk geworden doordat sensoren continu alle data naar een centraal systeem bij Beumer brengen. Daar vindt ook data-analyse plaats t.b.v. patroonherkenning en machine learning en dus t.b.v. preventief onderhoud. Mede daarom heeft Beumer het technisch onderhoud bij enkele klanten overgenomen met als voordeel een sterke levensduurverlenging van motoren en lagers en schakelingen. Het businessmodel verandert daarom naar andere contracten op basis van functionele specificaties i.p.v. onderdelenverkoop. De eigen voorraden veranderen daardoor: er zijn nu minder en andere spare parts op voorraad. Deze nieuwe contractvormen zijn meer gebaseerd op het delen van verantwoordelijkheid dan op aansprakelijkheid. Beumer werkt nu ook met pay-per-use-contracten, zoals pay-per-stretch (een verpakkingsactiviteit met stretch-folie). Hierin betaalt de klant 3 euro per stretch-actie onder een beschikbaarheidsgarantie. Voor de klant betekent dit in eerste

instantie minder financiering en minder assets op de balans, maar uiteindelijk meer kosten. Dit businessmodel, dat alleen mogelijk is door de sensoren in de stretch-machine, is vooral geschikt voor kleinere klanten die geen financial lease constructies krijgen of die geen garantie op continuïteit van het gebruik hebben. Voor Beumer betekent dit de transitie van alle inkomsten in één keer naar lange termijn inkomsten. De voorfinanciering daarvan verloopt via interne financiering. Het is een nieuw product voor ze, waarmee ze direct betrokken zijn bij de end-of-life van de geleverde machines.



Figuur 16 Beumer stretch hood

De snelle ontwikkelingen en omschakeling naar e-bikes betekenen voor **Van Raam** (aangepaste fietsen) een mogelijkheid om naar geheel andere businessmodellen om te schakelen die een sterk circulair karakter hebben (althoewel dat niet het uitgangspunt was).

Op de eerste plaats leiden de hoge kosten van accu's (een accu kost 700 EUR) tot andere businessmodellen: één Duitse leverancier experimenteert nu met het leveren van een accu in verhuur voor 40 euro per maand. Na 2 jaar kan dan een nieuwe accu worden geplaatst. Dat maakt het aanschaffen van een fiets veel goedkoper en tegelijk ontstaat er een uitstekende retourlogistiek van accu's.

Op de tweede plaats leidt de introductie van e-bikes ertoe dat alle informatie (Gps, Gebruik, Performance Motor, Performance van accu's) vanaf januari 2018 via een smartphone die aan de accu is verbonden naar een centrale database gestuurd kan worden. Daarmee krijgt Van Raam nu voor het eerst directe toegang tot klantinformatie en kan het predictive maintenance en andere services aanbieden aan klanten als Welzorg. Voor einde jaar zijn er 5000 geïntroduceerd. Elke accu wordt smart; dat kost 50-70 EUR per accu (SIM kaart en datakosten). Daarmee wordt op afstand servicelevering mogelijk. Het businessmodel gaat zich ontwikkelen in de richting van een abonnementsconstructie. Van Raam gaat bijvoorbeeld op termijn tehuizen ontzorgen. De voorfinanciering moet dan goed zijn; de via IoT verkregen informatie over de status van fietsen en accu's is essentieel voor bepaling van de waarde.

De ontwikkelingen gaan verder dan alleen deze e-bike-ontwikkelingen: met de ervaringen van de app- en IoT-ontwikkelingen in het achterhoofd heeft Van Raam een nieuw bedrijf opgericht: Rubus b.v. Hierin participeert Van Raam voor 50%. Rubus is actief in het ontwikkelen van een platform waaraan fietsen gekoppeld kunnen worden maar ook andere apparatuur van gebruikers. Het generieke platform zorgt ervoor dat diensten ook aan andere partijen aangeboden kunnen worden waardoor Van Raam cost-sharing van zijn ontwikkelingen kan doen. Alles wat Van Raam ontwikkelt (een App, webportals, API's, database) zal ook aan derden aangeboden worden.



Figuur 17 Van Raam: apps gekoppeld een aangepaste e-bikes

Royal Eijkelkamp merkt dat klanten (zowel individuele boeren als waterbedrijven) in toenemende mate minder willen betalen voor aanschaf en bezit van apparatuur, maar wel voor het aanleveren van geïnterpreteerde data, waarbij dan Royal Eijkelkamp afrekent op het gebruik en niet op het bezit. Dat is heel nieuw en qua verdienmodel nog in de verkennende fase en verloopt geleidelijk. De voorfinanciering is voor een relatief klein bedrijf als Royal Eijkelkamp een te zware last.

Ook **WILA** speelt met de gedachte andere businessmodellen aan de markt ter beschikking te stellen. Alhoewel ze geen OEM zijn en (buig- en kantpers-) gereedschappen levert, zijn deze tools wel in toenemende mate met chips uitgerust. Deze chips worden nu geplaatst omdat de tools intensief moeten communiceren met de machine (t.b.v. selectie en nauwkeurige plaatsing). Dit zou ook kunnen leiden tot een ander commercieel model, zoals een gebruiksmodel. Dit zou een op Internet-of-things gebaseerd, een verhuur- of een toolingvoucher gebaseerd verdienmodel kunnen worden, maar dat is nu in ontwikkeling. De nu nog traditionele markt moet daar wel rijp voor zijn.



Figuur 18 Buig- en kantpers-gereedschap van WILA

Van een iets andere orde is de circulaire inzet van 'tagged' pellets door **24/7TailorSteel**. De met sensoren uitgeruste pallets vormen een belangrijk onderdeel van het geautomatiseerde productieproces van 24/7TailorSteel. Geproduceerd materiaal is via de tag gekoppeld aan een pallet: niet alleen in de fabriek, maar ook tijdens het vervoer, dat overigens in eigen hand is genomen door het bedrijf. Deze pallets (ongeveer 12 euro) zijn hoogwaardiger dan wat normaliter wordt ingezet; de kosten als 'statiegeld' worden ook in rekening gebracht, en gerestitueerd bij teruggave. Dat betekent ook dat elders geplaatste en gebruikte pallets kunnen worden getraceerd door het bedrijf. Op deze wijze blijven deze hoogwaardige pallets niet alleen in beeld maar ook in gebruik en in omloop.

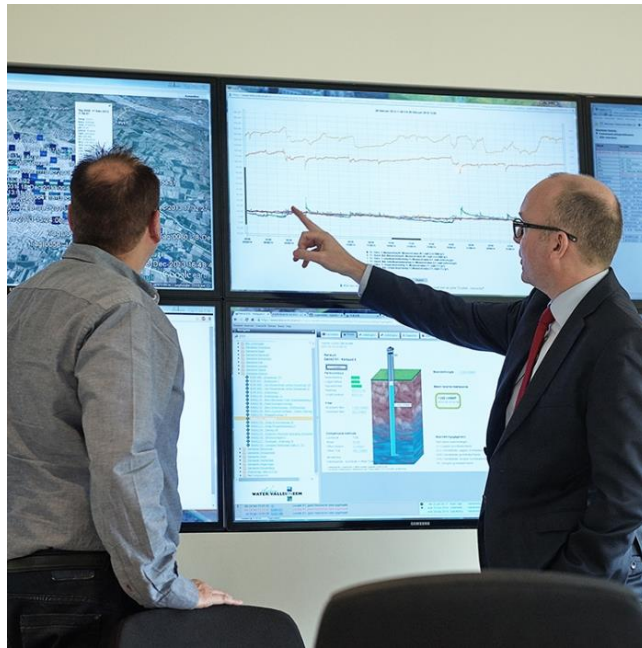
4 Bijdragen aan een beter milieu door Gelders bedrijfsleven

Deze verkenning heeft als Leitmotiv de link die de Gelderse smart maakindustrie heeft met circulaire economische handelingsperspectieven. Alhoewel er een relatie te leggen is tussen circulaire economie en werkgelegenheid, is de voornaamste driver momenteel de bijdrage die een meer circulaire economie kan leveren aan het terugdringen van broeikasgasemissies (zie o.a. het Regeerakkoord van het Kabinet Rutte-III). In dat verband moeten we niet uit het oog verliezen dat veel innovatieve smart-industry-bedrijven ook in meer rechtstreekse zin bijdragen aan een beter leefmilieu. Het zou onterecht zijn die bijdragen die tijdens deze verkenning boven water kwamen hier niet te noemen. Sterker nog: een bundeling van Cleantech-initiatieven en bijbehorende bedrijfsmatige activiteiten kan een goede profilering betekenen voor het Gelders bedrijfsleven.

Drie bedrijven uit deze verkenning zijn in meer of mindere mate betrokken bij milieu-technologie op het gebied van water, te weten: Nijhuis, Royal Eijkelkamp en Pentair-Fairbanks-Nijhuis. MTSA richt zich voor een deel op pilots en research-opstellingen t.b.v. recycling.

Nijhuis houdt zich bezig met reinigen en hergebruik van water en het terugwinnen van grondstoffen uit water. Daarbij was in het traditionele terugverdienmodel, regelgeving voor klanten de aanleiding om te investeren. Maar door te focussen op (o.a.) de terugwinning van inhoudsstoffen en een focus op beheersing van de operationele kosten is de driver steeds kostenverlaging geworden. Milieu en een circulaire economie zijn vaak wel de aanleiding maar de business case is uiteindelijk leidend.

De groei van de Soil & Water-tak van **Royal Eijkelkamp** ligt zelfs in de bodemsaneringen die op gang kwamen na het Lekkerkerk-schandaal in de jaren '80. De grote thema's in bodem- en wateronderzoek zijn o.a. voedselzekerheid, vervuiling en water in een verstedelijkte 'smart city' omgeving. Zo werkt Royal Eijkelkamp samen met Kondor Wessels in Eindhoven aan een project waarbij gereinigd water naar ondergrondse wateropslag gaat voor slimme bewatering van stedelijk groen. In Sri Lanka worden verdroogde waterputten en grondwater bemonsterd ten behoeve van een betere volksgezondheid en in Azerbeidzjan wordt (samen met Witteveen+ Bos) een (voorheen) door de olie-industrie sterk vervuild meer gereinigd en bemonsterd.



Figuur 19 Control-unit van Royal Eijkelkamp

Pentair-Fairbanks-Nijhuis heeft (als eerste) aan een milieukundige innovatie gewerkt: een vis-passeerbare schroefpomp voor waterschappen die in 2008 is geïntroduceerd. Deze pomp(met lager toerental, minder en vooral anders gevormde schoepen) is visvriendelijk voor alle vissoorten en werkt m.n. voor paling uitstekend (>99% visvriendelijk). Ook waterschappen in Engeland, Duitsland, en België tonen hier veel belangstelling voor.

MTSA ontwerpt klantspecifieke machines en processen en is betrokken bij opschaling van processen en productverbetering. De projecten die worden uitgevoerd zijn regelmatig gericht op recycling, de energietransitie en het efficiënter inzetten van resources. Voorbeelden daarvan zijn:

- Recuperatie van eadible oils via ultrafiltratie (UF) i.p.v. met aceton en destillatie daarvan
- De recuperatie van oplosmiddelen uit verfrestbatches
- Het opzetten van een High Thermal Upgrading (HTU) , waarin omzetting plaatsvindt van biomassa (o.a. bermgras) en cellulose naar olie bij 300 bar en 160C;
- Het recyclen van end-of-life-materiaal van zeer sterke vezels voor toepassingen in vilt, vlamvertrager; remschijven

- Investerings in Power2Power t.b.v. opslag van tijdelijke overschotten van elektriciteit uit bijvoorbeeld windenergie in de vorm van (gecomprimeerde) waterstof, vervolgens gecomprimeerd en vervolgens levering aan brandstofcellen. Deze technologie is (met partners) in ontwikkeling ten behoeve van opschaling.



Figuur 20 Door MTSA geleverde NedStack 40 kW maritime fuel cell

5 Conclusies en suggesties voor vervolgacties voor de provincie Gelderland

De kern van circulair werken bestaat uit (het mede via een daartoe geoptimaliseerd productontwerp) het zo hoogwaardig, langdurig en intensief mogelijk inzetten van (zo min mogelijk) materialen, componenten en goederen, om daarmee een bijdrage te leveren aan een reductie van onze milieu-footprint. Het is op basis van deze verkenning zonneklaar dat veel bedrijven uit de (smart) maakindustrie daar op allerlei wijzen een bijdrage aan leveren, zonder dat overigens 'circulariteit' of duurzaamheid een primaire driver was voor dat 'circulair werken'. Op zich is dat ook logisch: de maakindustrie werkt nu eenmaal veel met kapitaal-intensieve assets, waarbij intensief gebruik, een hoge uptime en een lange levensduur direct bijdragen aan de operationele performance van de bedrijven zelf en van hun klanten. En dus ook om koploper te blijven in de veelal gespecialiseerde niches waarin deze bedrijven actief zijn.

Soms is die bijdrage al van oudsher aanwezig omdat bijvoorbeeld onderhoudsstrategieën altijd al onderdeel van het service-pakket vormden, soms ook met behulp van recente technologische ontwikkelingen. Die onderhoudsstrategieën leiden ook tot het ontwerpen van apparatuur die modulair is, uit veel gestandaardiseerde elementen bestaat en zich leent voor efficiënt en effectief onderhoud. In die zin zijn er veel elementen van wat een circulair design genoemd mag worden een logisch onderdeel van de ontwerp-strategieën van bedrijven uit de maakindustrie.

Veel technologische innovatie leidt tot het beter onderhoud van productie-apparatuur met een langere levensduur als resultaat (door inzet van hoogwaardige en op afstand uitleesbare) sensoriek, minder inzetten en minder verspillen van materiaal bij het productieproces (bijvoorbeeld door 3D printing en 'nesting'), andere weer tot minder verspilling bij de inzet door klanten. De inzet van hoogwaardige sensoriek is in vrijwel alle gevallen cruciaal in het bereiken van deze resultaten. In die zin levert 'smartness' een stevige bijdrage aan efficiënter materiaalgebruik bij de bedrijven zelf en bij hun klanten.

Veel bedrijven blijken actief op het gebied van het delen van assets en productietijd, met het refurbishen van apparatuur en het hergebruiken van productiescrap. Hiermee is het volledige palet van circulaire handelingsperspectieven (zoals wordt aangestipt in paragraaf 3.1) al onderdeel van het werken in de (Gelderse) maakindustrie. Daarbij is in veel gevallen de innovatieve en niet alleen op de korte termijn gerichte houding van de voor Gelderland zo kenmerkende DGA (Directeur-Groootaandeelhouder) een belangrijke voorwaarde voor succes.

De maakindustrie kan daarmee een inspiratiebron vormen voor vele andere sectoren en ondernemers. Deze staalkaart van circulair economische activiteiten (opgehaald bij slechts 20 bedrijven) maakt duidelijk dat er een schat aan ervaringen ligt bij het bedrijfsleven in de provincie waarmee inderdaad kan worden hardgemaakt dat Gelderland met de aanwezige (smart) maakindustrie en met de lessen die daaruit getrokken kunnen worden de circulaire economie vooruit kan helpen. In de volgende paragrafen volgt een aantal suggesties daarvoor.

5.1 Verbreedt het draagvlak voor een circulaire economie door oog te hebben voor reeds bestaande ‘circulaire’ praktijken en daarover te communiceren

Het uitgangspunt voor deze verkenning was om te ontdekken in hoeverre circulaire handelingen de facto onderdeel uitmaken van de Gelderse maakindustrie. Zoals gezegd blijkt dit een zeer rijke verzameling op te leveren. Overigens zonder dat één van de ondernemers tot de innovaties kwam vanwege de wens meer circulair te zijn. Het is belangrijk deze observaties, lessen en ervaringen te delen binnen de sector, maar ook in en met andere sectoren, zoals al bestaande economische activiteiten rond allerlei reparatie-, onderhouds-, lease- en verhuurdiensten.

In plaats van te zoeken naar start-ups met een primair op de circulaire economie gericht businessmodel, verdient het aanbeveling in eventuele provinciale ambities deze bestaande activiteiten te omarmen en te bezien op welke wijze deze kunnen worden versterkt. Enige groei in deze reeds bestaande bedrijfstakken kan een grotere impact op werkgelegenheid en onze milieu-footprint hebben dan alleen de stimulering van veelbelovende start-ups. Daarnaast kan het profileren van de maakindustrie als een bedrijfstak die intrinsiek bijdraagt aan een meer circulaire economie bijdragen aan een positief profiel van de industrie en daarmee aan een grotere aantrekkingskracht op scholieren en studenten, hetgeen het arbeidspotentieel (de grootste zorg van de regionale bedrijven) ten goede zou kunnen komen.

5.2 Gebruik bestaande platforms om ervaringen op het gebied van circulair handelen te delen, bijvoorbeeld m.b.t. de inzet van sensoriek t.b.v. nieuwe businessmodellen

Kenmerkend aan de maakindustrie is een intensieve klantrelatie met servicecontracten als essentiële ingrediënt. Breed leeft het gevoel dat de inzet van op afstand uitleesbare sensoren, al dan niet ingezet in een internet-of-things-omgeving een grote vlucht gaat nemen, en een grote invloed op onderhoudscontracten en daarmee op klantcontacten gaat hebben. Toch is daar links en rechts nog onzekerheid vanwege de data-gevoeligheid en noodzakelijke cyber-security-aspecten. Ook de gevolgen voor het businessmodel en de markt- en klantrelatie komt regelmatig boven als een onzekerheid die implementatie belemmert.

Tegelijk wordt hoog opgegeven van de functie die tal van collectieve initiatieven in en om Gelderland hebben en hebben gehad (zoals het ACT, BOOST en andere Smart-Industry platforms). Er is breed draagvlak voor het continueren van de ondersteuning van deze platforms. Op een nieuw platform rond ICT, circulaire economie en de impact op businessmodellen zitten de bedrijven in deze verkenning niet te wachten, maar aandacht voor het onderwerp ‘maintenance en de impact van ICT en IoT daarop’ binnen deze platforms zou een interessante activiteit kunnen zijn, waarmee met name kleinere bedrijven van elkaars ervaringen rondom technologie, cyber security en de impact op hun businessmodellen zouden kunnen leren. Dit zou ook een onderwerp kunnen zijn van een field-lab-activiteit zoals ze in het kader van Smart-Industry.nl worden opgezet. In dit kader is het advies van Hospes uit zijn rapport “De kracht van de Gelderse maakindustrie” waard om hier te herhalen: *“Op het gebied van slimme productie liggen er nog veel meer kansen voor synergie. Sommige verborgen kampioenen worstelen immers nog met de vraag hoe en*

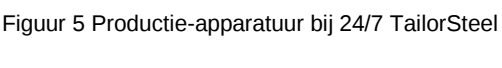
wanneer ze met smart industry aan de slag moeten. Waarom zelf het wiel uitvinden, terwijl concullega's om de hoek er al volop mee bezig zijn? Weliswaar kent elke industriële onderneming specifieke inhoudelijke uitdagingen, tal van procesmatige vragen zijn bedrijfsoverstijgend. Deze vraagstukken kunnen samen geëxploreerd worden, bijvoorbeeld in een fieldlab waarin ondernemers en onderwijsinstellingen uit de buurt collectief leren en experimenteren."

5.3 Onderzoek de mogelijkheid tot verdere regionale asset sharing

Aansluitend op de vorige paragraaf blijken er al tal van initiatieven te zijn in de provincie om aan "asset sharing" te doen. Het meest uitgesproken hierin is wellicht het bedrijf 24/7TailorSteel dat in wezen één asset sharing operatie is. Toch bestaat onder diverse deelnemers aan deze verkenning de indruk dat de mogelijkheden voor verder delen van productie-apparatuur, binnen de grenzen van de behoefte aan voldoende flexibiliteit, niet zijn uitgeput. De provincie zou hierin kunnen bijstaan door een nadere inventarisatie van deze behoefte uit te voeren en op basis van de uitkomsten daarvan belanghebbenden bij elkaar te brengen en zo nodig te ondersteunen.

5.4 Voortzetting van activiteiten op het gebied van 3D printing

De provincie is al intensief betrokken geweest bij het mogelijk maken van 3D printing in de provincie. Het resultaat is (o.a.) dat spin-offs ontwikkeld worden die 3D (metaal)printing verder op de kaart zetten en dat tal van bedrijven ervaring opdoen met de technologie en de gevolgen voor hun bedrijfsproces. Het verdient aanbeveling deze ontwikkelingen verder te

blijven ondersteunen en  daarbij de aandacht zelfs te

verbreden naar meer gangbare 3D-print-activiteiten op het gebied van kunststof-printing. Alhoewel een veel volwassener markt met veel aanbieders van apparatuur en materialen, kan een gezamenlijke aandacht hiervoor in (bijvoorbeeld) regionale platforms de verdere implementatie versnellen.

5.5 Naar verbreding op landelijk niveau: een programmatische aanpak

De ruime oogst aan inspirerende activiteiten onder deze beperkte groep bedrijven doet vermoeden dat er veel potentie is om de provinciale ervaringen en de hierboven aangegeven activiteiten (verbetering onderhoud en verandering businessmodellen door introductie sensoriek, asset sharing, 3D printing) op te schalen naar een landelijk niveau en tot een nationaal programma "Met Smart Industry naar een Circulaire Economie" te komen. Voor een eerste verkenning daarvan zou de potentie van deze innovaties nader verkend kunnen worden (zie 5.6). De meest kansrijke thema's (qua impact, qua bereidwilligheid van betrokkenen) zouden in dat nationale programma kunnen worden opgepakt, ook met het oog op het adresseren van de grootste barrières en de mogelijkheden deze te overwinnen (bijvoorbeeld via uitwisseling van best practices, maar ook via het opstellen van gerichte onderzoeksvragen).

Het initiatief vanuit Gelderland om tot een dergelijke landelijke opschaling te komen zou idealiter moeten aansluiten bij de activiteiten die al zijn ingezet onder de vlag van Smart Industry en een verbinding moeten leggen met de uitvoeringsagenda Circulaire Economie die de Rijksoverheid in het najaar van 2018 op zal stellen. Daarin

is natuurlijk de aandacht vooral gericht op de activiteiten rond het (voormalige) transitieteam Maakindustrie. De transitie-agenda Maakindustrie ontbeert momenteel concrete doelstellingen en daarmee ook een aansprekend en geconcretiseerd beeld van de mogelijke bijdrage aan de circulaire economie en de daarmee gepaard gaande reductie van grondstofgebruik en broeikasgas-emissie. Het beeld dat deze verkenning oproept zou een ideale bron kunnen zijn om die transitie-agenda voor de Maakindustrie van een innovatief en concreet perspectief te voorzien.

Daarnaast zullen in komende jaren ook op onderzoeksgebied initiatieven ontplooid worden met als doel de circulaire economie te bevorderen, bijvoorbeeld door NWO of de betrokkenen bij de NWA, de Nationale Wetenschapsagenda. Momenteel focussen die initiatieven zich op de aangewezen prioriteiten zoals de bouw, kunststoffen of biomassa. Het onder de aandacht brengen van het programma “Met Smart Industry naar een Circulaire Economie” en benadrukken van het zeer interdisciplinaire karakter ervan (technologische innovatie o.a. rond ICT en cybersecurity, gedrags- en businessmodel-innovatie) zou moeten leiden tot calls rond dit thema.

5.6 Ondersteun het uitvoeren van impact assessments van innovatieve circulaire initiatieven uit de maakindustrie

Er wordt veel gepraat over de impact van nieuwe technologie en nieuwe businessmodellen op duurzaamheid en daarmee onze materiële footprint. In plaats van te praten over circulaire economische perspectieven, zou het enorm helpen als tastbaar bewijs boven tafel komt van die impact. Tijdens deze verkenning is een aantal tastbare innovaties aan het licht gekomen, die hetzij net geïmplementeerd zijn of op het punt staan een bredere applicatie te krijgen. We moeten daarbij denken aan de industriële introductie van metaal-3D-printing en de introductie van sensoren t.b.v. predictive maintenance. Door deze case studies gericht uit te werken, kan de invloed van dergelijke innovaties op het Nederlandse circulaire duurzaamheidslandschap geconcretiseerd worden. Vanzelfsprekend gaat het in dergelijke impact assessments niet alleen om de circulaire duurzaamheidsimpact maar ook om de impact op de bedrijfsvoering, het vereiste opleidingsniveau, de klantrelatie, etc. Door concretisering van de milieu-impact (en economische impact) van dergelijke innovaties zou de maak-industrie in staat kunnen zijn helderder doelen te formuleren in het kader van de Circulaire Economie transitie-agenda's die op 15 januari 2018 zijn aangeboden aan de Rijksoverheid. Ondersteuning voor dergelijke impact assessments zou ingebracht kunnen worden in discussies met provincie, smart-industry.nl, het ministerie van EZK en betrokken topsectoren.

Bijlage 1 Overzicht geïnterviewde bedrijven en circulaire aanknopingspunten

#	Bedrijf	Hoofdactiviteit
1	GOMA Hengelo	Plaatwerk
2	VMI Epe	Wereldwijd marktleider in systemen voor de rubber- en bandenindustrie
3	EPR Nijmegen	Productie hoogwaardige tester en refurbishment elektronica
4	UVS Culemborg	Sensoren en software t.b.v. predictive maintenance
5	Van Raam Varsseveld	Aangepaste en speciale fietsen (bijv. voor rolstoelen)
6	Smit Transformatoren Nijmegen	Toonaangevend in productie van transformatoren voor de energiesector (bijv. elektriciteitsbedrijven)
7	Nijhuis Doetinchem	Technologie t.b.v. zuivering en resource recovery van afvalwater
8	Bosch Scharnieren Doetinchem	Bijzondere scharnieren
9	Pentair Fairbanks Nijhuis Winterswijk	Hoogwaardige pompen en brandblus-installaties
10	WILA Lochem	Kantpersgereedschap (bijv. t.b.v. metalen constructies in keukens, liften en roltrappen)
11	Kaak Terborg	Industriële bakkerijtechnologie
12	VDL Weweler Apeldoorn	Veren voor trucks en trailers
13	Beumer Ede	Transport-, logistieke en verpakkingssystemen
14	Remeha Apeldoorn	Verwarmingsketels
15	247 Varsseveld	Op maat gesneden metalen platen en buizen
16	ARA Aalten	Elektronica-hardware ontwerp en productie
17	BESI Duiven	Chipmachinefabrikant voor wereldwijde halfgeleider- en elektronica-industrie
18	Railtechniek Van Herwijnen Tiel	Intern transport en logistiek via railsystemen
19	Royal Eijkelkamp Giesbeek	Ontwikkeling en productie van oplossingen voor bodem- en wateronderzoek, wereldwijd actief
20	MTSA	Proces-installaties

Bedrijf	Efficiënt gebruik grondstoffen	Levensduurverlenging	Intensief gebruik assets	Dienst i.p.v. product
GOMA Hengelo	3D metaalprinting Efficiënter materiaalgebruik door robotisering			
VMI Epe	VMI levert apparatuur t.b.v. retreading	Intensieve onderhoudscontracten		Retrofitting
EPR Nijmegen	Design voor refurbishment		Open voor asset sharing op Health Campus	Actieve refurbishment electronica
UVS Culemborg		Sensoren voor predictive maintenance		
Van Raam Varsseveld	3D metaal- en kunststofprinting			
Smit Tranformatoren Nijmegen		Monitoren van performance		Rewinding trafo's
Nijhuis Doetinchem	Hergebruik materialen uit snijverlies; i-DOSE systeem om inzet chemicaliën bij klanten omlaag te brengen. Valorisatie van afvalstoffen bij klanten.	Intensief onderhoud installed base	Verhuur van volledige installaties	
Bosch Scharnieren Doetinchem	Workflow optimalisatie	Predictive maintenance van eigen equipment door leverancier		
Pentair Fairbanks Nijhuis Winterswijk	3D printing van mallen	Intensieve onderhoudscontracten		
WILA Lochem	3D printing testen	Aankomend inzet van sensoren voor performance	Optimale inzet assets en ruimte (24/7 operatie)	
Kaak Terborg	3D printing	Condition Based Maintenance	Deelgebruik 3D printer	

VDL Weweler Apeldoorn		Predictive maintenance aan eigen machinepark		
Beumer Ede		Condition based maintenance		Actieve terugname Refurbishment
Remeha Apeldoorn		Preventive maintenance door sensoren		Actieve refurbishment nieuwe ketels
247 Varsseveld	Snijverlies minimaliseren door 'nesting'		Intensieve uitbesteding en 24/7 operatie is voorbeeld asset sharing	Met sensoren uitgeruste pallets blijven eigendom 247
ARA Aalten				Refurbishment
BESI Duiven		Predictive maintenance issue voor IT-industrie		
Railtechniek Van Herwijnen Tiel		Kwaliteitsmonitoring bij klanten door inzet sensoren		Terugname oude railsystemen voor remanufacturing
Royal Eijkelkamp Giesbeek	3D printing van kunststoffen	Monitoring op afstand van performance van de sensoren		Verhuurvloot van Sonics&Drill equipment
MTSA			Deel productie-equipment gedeeld met anderen.	

