

DIGITALISERING CRUCIAAL VOOR CIRCULAIRE INDUSTRIE



TNO innovation
for life

September 2021

› Klimaatverandering en de voorspelde schaarste aan materialen stellen ons voor de uitdaging om te komen tot een circulaire economie waarin sprake is van CO₂-neutraliteit, efficiënt energieverbruik en recycling van materialen. Dit document beschrijft de doelen, middelen en een roadmap die nodig zijn om dit te bereiken voor de Nederlandse technologische maakindustrie, inclusief de toeleveringsketen en het bijbehorende ecosysteem. Het uiteindelijke doel voor 2050 is CO₂-neutraliteit. Daarvoor moeten industriële processen worden heringericht en aangepast en moet nieuwe technologie worden geïmplementeerd.

Kleinere en (vanuit het huidige oogpunt) uiterst flexibele fabrieken zullen dicht bij de consument opereren. Werknemers zullen door voortdurende bijscholing nieuwe (digitale) vaardigheden verwerven. En nieuwe businessmodellen op basis van herlevering en ‘servitisation’ zullen ervoor zorgen dat producten niet meer aan klanten worden verkocht, maar geleased, voortdurend ondersteund en na gebruik weer teruggenomen.

De manier om dit te realiseren is dat de industrie eerst ‘digitaal’ wordt, dan ‘slim’ en uiteindelijk: duurzaam¹.

1 Dit geldt niet alleen voor Nederland. Zoals in het ManuFUTURE-document van de EU staat: “Europa zal nieuwe kansen moeten aangrijpen en meer moeten investeren in onderzoek en innovatie voor de maakindustrie om op termijn concurrerend en succesvol te blijven.” Zie: <http://www.manufuture.org/strategic-research-agenda/strategic-research-and-innovation-agenda-sria/> Soortgelijke ideeën zijn te vinden in de strategische onderzoeks- en innovatieagenda Made in Europe https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnership-made-in-europe.pdf

INHOUD

DIGITALISERING

3

CO₂-KOSTEN ALS DRIJFVEER VOOR VERANDERING

3

NIEUWE BUSINESSMODELLEN

4

TOEKOMSTGERICHTE AANPAK

4

ROADMAPS VOOR MAAKINDUSTRIE EN WAARDEKETEN

5

DOELEN

7

MEER KENNIS EN ONDERZOEK NODIG

8

CONCLUSIE

9

› DIGITALISERING

Alles begint met de vraag die elke consument en fabrikant in een waardeketen zich zal stellen, namelijk: “Waar komen de materialen, onderdelen en producten die ik heb besteld vandaan, wat is op dit moment de status ervan, en hoe kan ik ze na gebruik op een verantwoorde manier retourneren en laten recycleren?”

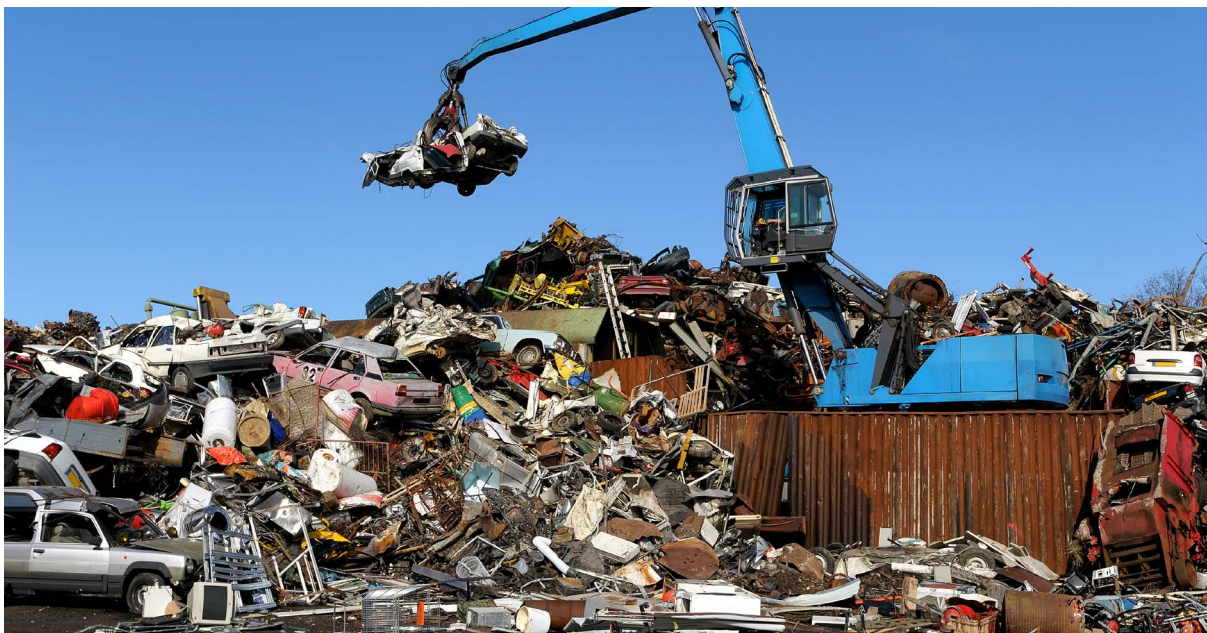
Het antwoord is: digitalisering! Want hergebruik van materialen is vooral een digitaliseringsuitdaging. Voor plastics is dit hergebruikprobleem nog niet opgelost, hoewel dat essentieel is om tot een duurzame industrie te komen.*

De digitaliseringsuitdaging is ook cruciaal voor Europa als geheel, zoals beschreven in het document Policy solutions for an effective platform economy van het Joint Institute for Innovation Policy (2020).

“Hergebruik van materialen is eigenlijk vooral een digitaliseringsuitdaging”

› CO₂-KOSTEN ALS DRIJFVEER VOOR VERANDERING

Naar verwachting zullen de productiekosten gaan stijgen als gevolg van belastingen op CO₂-uitstoot en de ontwikkeling van alternatieven. Beide zullen leiden tot hogere materiaalkosten. Om de totale kosten laag te houden, moeten materialen dus zo veel mogelijk worden hergebruikt. Dat vereist kosteneffectieve configuraties waarin hergebruik vanaf het begin is meegenomen.



Een schroothoop als deze behoort in 2050 tot het verleden.

› NIEUWE BUSINESSMODELLEN

Een nieuw businessmodel zal ‘servitisation’ zijn. De fabrikant (Original Equipment Manufacturer – OEM) produceert en verkoopt het product, neemt het soms aan het einde van de levensduur terug, demonteert het op een economisch duurzame manier, en hergebruikt wat hergebruikt kan worden. In de volgende stap komt de Equipment Solution Service Provider (ESP) in beeld. Deze verhuurt het product aan de gebruiker, levert alle nodige ondersteuning, neemt het product aan het einde van zijn levensduur terug en is verantwoordelijk voor recycling in de ruimste zin van het woord. Terwijl de OEM een volledig gedigitaliseerde ‘manufacturing data space’** nodig zal hebben, gaat het bij de ESP om ‘product data spaces’, gebaseerd op real-time monitoring van producten en het gebruik met het oog op optimaal onderhoud, reparatie, recycling en herlevering.

› TOEKOMSTGERICHTE AANPAK

Gedigitaliseerde gegevens over ontwerp, productie, gebruik, plaats in de gebruikersketen en ook gebruikersgegevens zullen moeten worden verzameld, opgeslagen en toegankelijk worden gemaakt voor partners in de waardeketen. Grote industrieën zoals de lucht- en ruimtevaart en de petrochemische industrie doen dit al tot op zekere hoogte, maar voor veel andere productie- en gebruikersketens moet dit proces nog vorm krijgen. Zij moeten beginnen met het volgen van producten en onderdelen tijdens de fabricage. Dat is wat wij de ‘digitalisering’ van de fabriek noemen. De meeste bedrijven zijn hier mee bezig. Door de uitwisseling van deze digitale gegevens met andere gedigitaliseerde partners in de keten gaat steeds meer informatie deel uitmaken van waardeketens.

“Gedigitaliseerde gegevens en gebruikersgegevens zullen moeten worden verzameld, opgeslagen en toegankelijk worden gemaakt voor partners in de waardeketen. Dat is wat wij de ‘digitalisering’ van de fabriek noemen.”

› ROADMAPS VOOR MAAKINDUSTRIE EN WAARDEKETEN

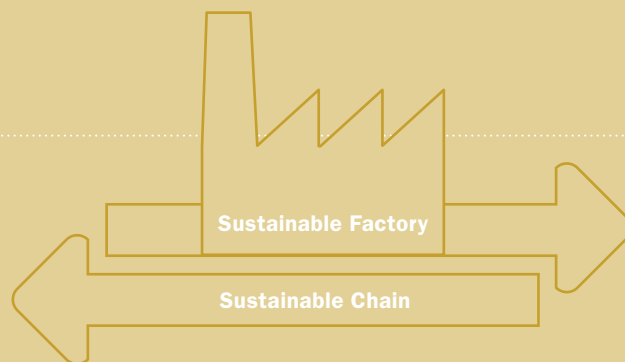
Duurzaamheid moet tot stand komen door slimme fabricage en ‘Re-x’. Daarbij gaat het om het gehele plaatje van kosten- en emissiereductie tot terugwinning van materialen, reparatie en herlevering. Al in de ontwerpfase moet worden nagedacht over aspecten zoals de demontage van het gebruikte en geretourneerde product, het identificeren en geautomatiseerd scannen van producten en onderdelen, het in de gaten houden van slijtage van onderdelen, en het type hergebruik dat wordt beoogd. Al deze gegevens kunnen de digitale fabriek maken tot een autonome, flexibele productieomgeving die een product kunnen produceren, maar later ook weer uit elkaar kunnen halen. In een aantal gevallen kan de ‘digitale fabriek’ relatief klein zijn, dicht bij de klant worden opgezet en de nodige informatie ophalen uit een manufacturing of product data space. ‘Slim’ ontwerpen en produceren vormt de basis voor het terugdringen van energie- en materiaalgebruik, waarbij er in het ideale geval ‘nul afval’ overblijft. In de figuren op de volgende pagina staan deze concepten uitgewerkt.

“‘Slim’ ontwerpen en produceren vormt de basis voor het terugdringen van energie- en materiaalgebruik, waarbij er in het ideale geval ‘nul afval’ overblijft.”

DOOR SLIM ONTWERPEN EN PRODUCEREN NAAR NUL AFVAL



2035



Circular (extreme flexible manu, servitisation, re-x business, etc)

2030



Linear (all digital connected flexible autonomous lines/ flows/deep chain planning & control)

2025



Digitalized (paperless, invidual workstation/ factories digital)

2020

DOELEN

Het uiteindelijke doel voor 2050 kunnen we met een volgend tussentraject, tot 2035, bereiken:

Digitale fabriek/keten: In **2025** beschikken we over de meest flexibele en (digitaal) best verbonden toeleveringsketen voor het fabriceren van technologische goederen. Alle processtappen in de fabrieken zijn gedigitaliseerd en diverse werkstations draaien autonoom, produceren zero-defect en vergt product omschakeling zero programming.

Slimme fabriek/keten: In **2030** moet 80% van de waardeketens voor hightech-installaties volledig zijn gedigitaliseerd, zijn autonome flexibele productielijnen gewoon geworden en is de CO₂-uitstoot van elke fabriek met 50% verminderd (ten opzichte van het niveau van 1990). Dit betekent dat:

- niet alleen binnen de fabrieken, maar ook tussen fabrieken onderling alle data over ontwerp, orders, het fabricageproces en informatie over kwaliteit/traceerbaarheid digitaal kunnen worden uitgewisseld en de actuele status en planning over de hele keten wordt bijgehouden.
- autonome flexibele productielijnen grotendeels zullen bestaan uit machines/installaties met machine learning- en AI-technologie die in zero-tijd en zero investeringen kunnen omschakelen.

Duurzame fabriek/ecosysteem: In **2035** moet 80% van alle producten digitaal kunnen worden gevolgd, van fabricage via gebruik terug naar de fabriek. Ook denken we aan een functioneel circulair 'Re-x'-bedrijf dat minstens 50% van alle geretourneerde technologische goederen verwerkt, met 50% minder CO₂-uitstoot niet alleen bij de productie, maar ook gedurende de gebruiks- en recycling fase. Daarbij geldt bovendien het volgende:

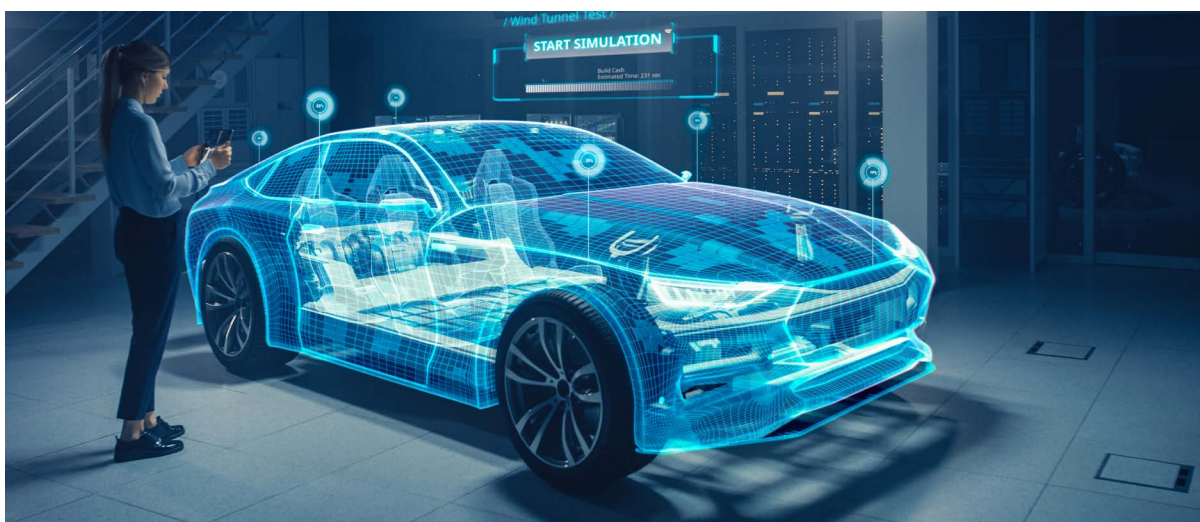
- onze 2050 ambitie is om het productieproces geheel CO₂-neutraal te laten verlopen en in de gebruiksfase 95% reductie te behalen.
- Toeleveranciers krijgen een extra rol als 'Re-x'-leveranciers die 'product data platforms' en uitermate autonome flexibele systemen voor demontage in gebruik nemen.
- de targets voor hergebruik van plastic en metalen zijn vooralsnog te veel productgebonden en daarom moeilijk te kwantificeren in dit tijdpad.

Naar verwachting zal CO₂-neutraliteit leiden tot hogere materiaalprijzen. Hergebruik van materialen die men reeds bezit, of vervanging daarvan door opgewerkte materialen, zal daarom rond 2030 of kort daarna economisch levensvatbaar worden. Voor de terugwinning van kritieke/schaarse materialen gelden aparte doelstellingen.

“Het uiteindelijke doel is dat de Nederland maakindustrie wereldwijd leidend is in het realiseren van duurzame productie en duurzame producten en oplossingen.”

MEER KENNIS EN ONDERZOEK NODIG

Om deze ambitieuze doelen te halen, is op een aantal gebieden meer kennis en intensiever toegepast onderzoek nodig: geïntegreerde systemen, kunstmatige intelligentie, machine learning voor robotica, en automatisch geleide voertuigen (AGV). Door nieuwe businessmodellen en slimme en duurzame diensten komen traditionele marktconcepten op de helling te staan. Net zo belangrijk is dat er meer kennis komt over ‘digital twins’ (de digitale versie van fysieke voorwerpen), manufacturing en uiteindelijk product data platformen. Ook moeten we er rekening mee houden dat het grootschalig delen van gegevens een robuuste cyberbeveiliging vereist. Andere aandachtspunten zijn tot slot: mensgerichte technologie voor een sterk geautomatiseerde en voortdurend veranderende werkomgeving, en meer inzicht in de revolutionaire impact van de slimme industrie en de bijbehorende ontwrichtende technologieën.



Een auto is geen product, maar een dienst.

Markt en ecosysteem voor hightech-installaties

De Nederlandse hightech-installatiesector bedient een grote markt, variërend van massaproductie voor de elektronische industrie tot groot materieel voor de maritieme sector, en van complexe machines voor de landbouw- en voedingsmiddelensector tot nieuwe concepten voor de bouw. In een aantal regio's hebben zich omvangrijke industriële ecosystemen ontwikkeld, met soms wel 10.000 onderaannemers en veel hooggeschoolde arbeidskrachten. Deze ecosystemen zijn grote spelers in specifieke, wereldwijde niche markten. Hun zeer geavanceerde technische niveau en de omvang van hun netwerken bieden enorme kansen om slimme fabrieken en slimme ketens tot stand te brengen. Maar om daarin te slagen, moet iedereen meedoen, en moeten we nu beginnen. De horizon van 2050 lijkt misschien ver weg, maar er moet nog heel wat werk worden verzet voor we ons doel hebben bereikt.

“De Nederlandse hightech-equipment sector bedient een grote markt, variërend van massaproductie voor de elektronische industrie tot groot materieel voor de maritieme sector”

› CONCLUSIE

Het ecosysteem voor de productie van hightech-installaties in Nederland is in staat om over te schakelen op een duurzame economie. Het zal enkele decennia duren en veel inzet van digitale oplossingen vergen, maar het is mogelijk. TNO ziet zichzelf als een solide partner om een voortrekkersrol te vervullen voor het bedrijfsleven in deze systeemtransitie. Als dat lukt, hebben wij bijgedragen aan een betere, duurzamere wereld.

* TNO beschrijft dit probleem in deze publicatie: <http://publications.tno.nl/publication/34637386/joEUx6/TNO-2020-circulaire-plastics.pdf>.

** In een wereld waarin niet alleen mensen, maar ook dingen gegevens produceren en uitwisselen, vereisen 'data spaces' robuuste oplossingen voor gegevensbescherming, privacy en gegevensverantwoordelijkheid. TNO gaat in op deze aspecten in deze publicatie: <https://publications.tno.nl/publication/34637924/c6SScX/TNO-2021-technologische.pdf>

Contact

Christa Hooijer
Science Director TNO Industry

📍 Location Delft - Stieltjesweg
✉ christa.hooijer@tno.nl