



Quicksan Smart Chemical Industry

Inzichten en conclusies

Opdrachtgever:

Topsector Chemie & TKI Chemie

Arnhem, 5 oktober 2018

K
PLUS
V

Quicksan Smart Chemical Industry

Inzichten en conclusies



Topsector Chemie & TKI Chemie
Arnhem, 5 oktober 2018

Auteur: Maarten van Gils
Ons kenmerk 1018102-010/mgi/aha

Inhoud

Management summary	5
1 Inleiding	6
2 Opdracht quickscan	7
2.1 Doelstelling	7
2.2 Aanpak	7
2.3 Afbakening	8
3 Stand van zaken	9
3.1 De chemische industrie	9
3.2 De vierde industriële revolutie	9
3.3 De voorbode en opkomst van de smart chemical industry	10
4 Bevindingen bestaande bronnen	12
4.1 Inleiding	12
4.2 Data van materialen	12
4.3 Smart én intelligent	12
4.4 Technologie én business	13
4.5 Data (ver)delen	15
4.6 Profit verschuift naar purpose	16
5 De smart chemical industry	17
5.1 Inleiding	17
5.2 Definitie	17
5.3 Analyse raamwerk	18
5.4 Overzicht van activiteiten	18
6 Synthese bevindingen en bestaande kennisvelden	23
6.1 Inleiding	23
6.2 De bestaande kennisvelden	23
6.3 Doorkijk raakvlakken	25
7 Conclusie en aanbevelingen	26



Bijlagen

Management summary



Innovatie speelt in de hedendaagse samenleving een prominente rol. Veranderingen op dat vlak vinden, aangejaagd door de vierde industriële revolutie, steeds sneller plaats. Waar de digitale revolutie eerst vooral de dienstensector raakte, begint die in toenemende mate door te dringen in de industriële economische sector. In reactie daarop startte in 2014 een triple helix consortium uit de (metaal)elektro sector, onder het label Smart Industry, met een programma om bedrijven te informeren en prepareren. Nu, een aantal jaar later, ontstaat er ook steeds meer aandacht voor de impact van digitalisering en slimme technologieën op procestechnologische industrieën. Met andere woorden: wat betekent smartification voor bedrijven die geen discrete producten maken, maar die voornamelijk (bio)chemische, mechanische en/of fysische processen gebruiken?

De chemie is zo'n procestechnologische sector. Een industrie waarin ICT en automatisering, twee vooraanstaande thema's in de revolutie, van oudsher al belangrijke onderwerpen zijn. Toch is de overtuiging dat de doorontwikkeling en toepassing van smart technologies cruciaal zal zijn om de arbeidsproductiviteit in Nederland competitief te houden. Om qua programmering *the first time right* te handelen is een quickscan uitgevoerd naar relevante innovaties met betrekking tot de transitie naar een smart chemical industry. De verkenning heeft daarbij rekening gehouden met sectorspecifieke eigenschappen, zoals het belang van veiligheid, de focus op optimalisatie én innovatie en ambities op het gebied van verduurzaming. Het aansluiten van de achterban in de volgende fase richting programmering is immers alleen mogelijk als zij de uitkomst herkennen.

De resultaten van de quickscan bestaan uit drie delen: een gemeenschappelijk beeld bij de smart chemical industry, een analysekader -gestaafd met voorbeelden- om relevante ontwikkelingen en innovaties (ook ten opzichte van elkaar) te duiden en een initiële doorkijk naar kansen, hiaten en dwarsverbanden in het veld. Het voornaamste inzicht met betrekking tot het collectieve beeld (hoofdstuk 4) is het onderscheid tussen de smart en intelligent chemical industry. Kortweg: de digitalisering *van* chemie en moleculen vs. digitalisering *dankzij* chemie en moleculen. Die invalshoeken verschillen wezenlijk wat betreft (o.a.) doelgroep, kansen en aanpak. Daarnaast is het begrip smart chemical business geïntroduceerd om de bedrijfskundige kant van smartification (customer-intimacy, maar ook business modellen in circulaire systemen) te beschrijven.

Bij de andere twee delen is de nadruk gelegd op de smart chemical industry (hoofdstuk 5 ev.). Uit de analyse bleek dat bedrijven al bezig zijn met smartification, maar dan vooral ten behoeve van optimalisatie van bestaande processen binnen de eigen fabrieksmuren. Materiele samenwerking in de keten, die benodigd is voor de realisatie van een circulaire economie en door digitale technologieën ondersteund zou kunnen worden, is (nog) minder vanzelfsprekend. Om daar versneld stappen in te zetten, is verdere verkenning van *enabling technologies* (smart chemical sensing & analysis en digital twinning), inzet op smart materials en innovatieve productieconcepten en een verbinding met het Smart Industry ecosysteem (o.a. IT-randvoorwaarden) raadzaam. Aandachtspunten daarbij zijn oog houden voor de toepassing *in* de chemie en *door* MKB-bedrijven.

1 Inleiding



De vierde industriële revolutie die eerst alleen service-gebaseerde sectoren als de retail (opkomst webwinkels) en financiële sector trof, lijkt nu ook definitief haar weg gevonden te hebben naar meer traditionele maakindustrieën. Zo wordt onder het label Smart Industry al jaren hard gewerkt aan de digitale toekomst van de metaal(elektro) sector en leidt de zoekterm 'smart farming' tot bijna 80 miljoen resultaten. Ook de chemische industrie zal zeer spoedig wereldwijd te maken krijgen met de definitieve doorbraak van het Industriële Internet der Dingen (IIoT) en gerelateerde technologieën zoals 3D-printen, unarmed aerial vehicles (o.a. drones) en big data. Gevestigde bedrijven zullen een (inhaal)slag moeten maken om te voorkomen dat zij door zogenaamde *game changers* –denk aan Uber in de taxibranche, AirBnB in de hotelierie en WhatsApp in de telecomsector– op den duur buitenspel worden gezet....

Het maken van de slag naar een smart chemical industry is geen eenvoudige opgave. De snelheid van technologische veranderingen maakt dat (ook) gevestigde chemiebedrijven het traject van idee naar product niet langer alleen kunnen vormgeven: open innovatie is het nieuwe paradigma, samenwerking een *must*. Samenwerking met jonge, innovatieve bedrijven (zoals startups en scale-ups), kennisinstellingen (onderwijs en onderzoek) en overheden is nodig om de bron van technologische vernieuwing krachtig te houden en daarmee duurzame werkgelegenheid en groei te creëren. Nu is het voornemen om samen te werken veelbelovend, maar met teruglopende middelen voor bijvoorbeeld (fundamenteel) onderzoek is de keuze 'waarop' cruciaal. Wat doe je als sector zelf en waar haak je elders op aan? En hoe zorg je daarbij op voorhand dat de kans op samenhang en synergie tussen programma's en instrumenten zo groot mogelijk is? Kortom: wat is de beste oplossing gezien vanuit het perspectief van het ecosysteem in de sector?

Om daar (meer) zicht op te krijgen besloten de Topsector Chemie en het TKI Chemie tot het laten uitvoeren van een quickscan naar de smart chemical industry. KplusV verwierf deze opdracht en deed een aantal maanden onderzoek: veelal achter het bureau om artikelen, rapporten en blogs grondig te bestuderen, maar geregeld ook door geanimeerde discussies te voeren met een -voor deze quickscan samengestelde- begeleidingscommissie. Het exacte doel, de achtergronden en resultaten van de quickscan staan in dit rapport. Het document beoogt overigens geenszins het einde van een proces te zijn, eerder een gemeenschappelijk startpunt voor discussie en actie.

2 Opdracht quickscan



2.1 Doelstelling

De opdrachtformulering met betrekking tot het onderzoek door de Topsector Chemie en TKI Chemie was als volgt:

"Het doel van deze opdracht is het uitvoeren van een lean en dedicated verkenning van noodzakelijke (radicale) innovaties op het gebied van smart chemical industry. Het beoogde resultaat is een quickscan in de vorm van een rapport en een aantal presentaties. Het streven is dat de quickscan de basis legt voor een nieuw PPS-programma, dat zou kunnen starten in 2019/ 2020."

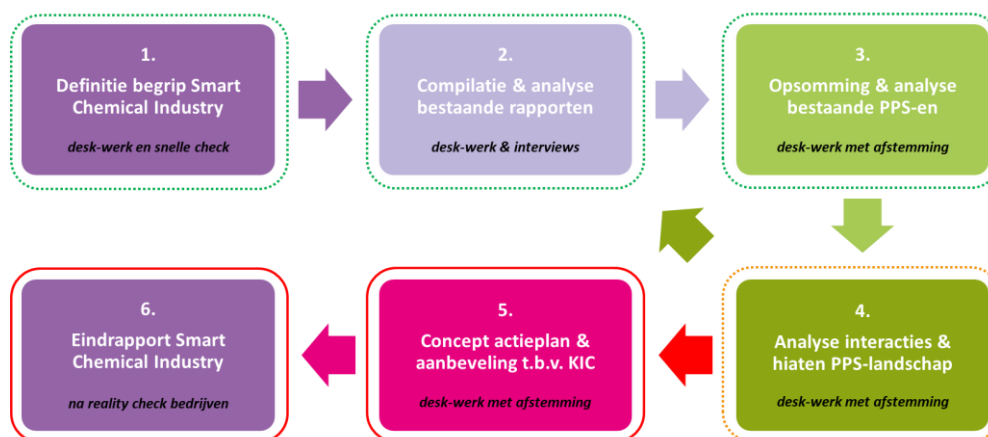
Daarbij werden de volgende zes concrete vragen gesteld:

1. Hoe kan, met in acht name van bestaande definities en de ambities van chemische bedrijven, het begrip smart chemical industry worden gedefinieerd?
2. Wat is het analytische beeld dat ontstaat wanneer bestaande, internationale bronnen op gebied van smart chemical industry worden geprojecteerd op de Nederlandse situatie?
3. Welke bestaande PPS-en (projecten, fieldlabs, etc.) zijn er in Europa (incl. NL) op het gebied van smart chemical industry? Welk inzicht geeft een analyse van die lijst wanneer gekeken wordt naar onderwerp, stakeholders en budgetten?
4. Met welke bestaande programma's/ PPS-en van topsectoren (incl. chemie) zou het gebied van smart chemical industry mogelijk kunnen interacteren?
5. Welke wetenschaps- en technologiegebieden zouden betrokken (o.a. binnen de huidige KIC) en doorontwikkeld (o.a. in het kader van de nieuwe KIC) moeten worden om de smart chemical industry tot een succes te maken?
6. Welk initieel commitment zijn bedrijven (getoetst via relevant bedrijvenplatforms en communities of innovation) bereid om af te geven voor de mogelijke toepassing van de quickscan-resultaten in een PPS-programma?

2.2 Aanpak

De aanpak van KplusV voorzag in het opdelen van het onderzoek in een (beperkt) aantal stappen, ieder met een eigen doorlooptijd en duidelijk resultaat. Hoewel het proces daarmee lineair oogt, waren er meerdere iteraties (figuur 1). Daarnaast vonden er gedurende het onderzoek meerdere interactieve sessies met een begeleidingscommissie plaats waarin tussentijdse bevindingen zijn gepresenteerd en getoetst. Het doel van de sessies was om ervoor te zorgen dat het onderzoek

zo goed mogelijk aan zou (blijven) sluiten bij de praktijk en beleavingswereld van chemiebedrijven. Dat neemt niet weg dat het definiëren van concrete thema's voor een PPS op het gebied van smart chemical industry een traject is dat in samenspraak met relevante partijen uit het veld moet plaatsvinden. Denk aan chemiebedrijven, communities of innovation en wetenschappers. Dit rapport, het resultaat van stap 5, dient als onderlegger voor die gesprekken (stap 6).

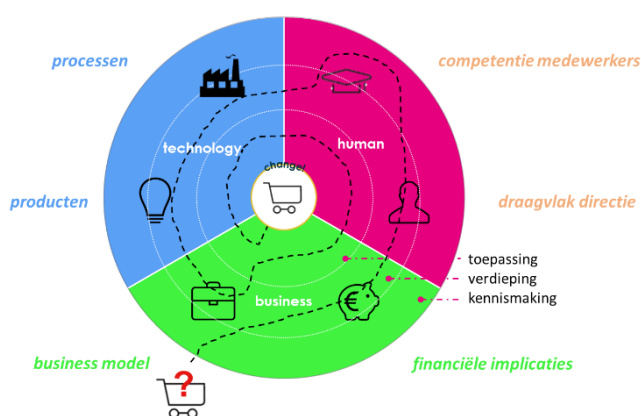


Figuur 1: Aanpak quickscan Smart Chemical Industry

2.3 Afbakening

Een quickscan is in beginsel een exploratief proces: het verzamelen -en vervolgens bundelen- van zoveel mogelijk relevante informatie. Toch was enige vorm van afbakening ex ante gewenst: de digitale revolutie raakt immers alle facetten van een chemiebedrijf. De succesvolle implementatie van slimme technologie vraagt ook om aandacht voor de menselijke en zakelijk kant van verandering (resp. smart working en smart business). Binnen BOOST, hét Smart Industry netwerk in Oost-Nederland, werd daarvoor het implementatiewiel ontwikkeld (figuur 2). Volgens het model dient een bedrijf de fasen van kennismaking, toepassing en verdieping te doorlopen voor alle drie de bedrijfsfacetten om uiteindelijk tot succesvolle verandering te komen.

Deze quickscan naar de smart chemical industry heeft zich primair gericht op het in kaart brengen van relevante *smart technologies* voor chemiebedrijven. Daarbij is wel oog geweest voor het bedrijfs-perspectief. Veranderen als bedrijf -leert de ervaring- gaat immers makkelijker als er sprake is van een duidelijk en lonkend vooruitzicht op commercieel vlak.



Figuur 2: Het SI-implementatiemodel (BOOST, 2017)

3 Stand van zaken



3.1 De chemische industrie

De chemische industrie, een geavanceerde en steeds kennisintensievere industrie, speelt een centrale rol in de Nederlandse economie. Met ruim 44.000 werknemers is de industrie goed voor 16% van de productie, 17% van de export, 15% van de investeringen en 13% van de uitgaven aan R&D. De omzet van € 50 miljard per jaar maakt het de vierde van Europa en tiende wereldwijd.¹ Maar niet alleen cijfermatig speelt de chemie een belangrijke rol. De chemie is een sector die het werk en ontwikkelingen in tal van andere sectoren mogelijk maakt. De grondstoffen die chemiebedrijven verwerken zijn in veel alledaagse producten terug te vinden. Denk bijvoorbeeld aan kleding, smartphones en verpakkingsmaterialen. En nieuwe ontwikkelingen op het gebied van materialen en productieprocessen zijn in de maak: de Nobelprijs voor de Scheikunde in 2016 voor prof. dr. Ben Feringa voor zijn werk aan 'moleculaire motors' is daar hét voorbeeld van.

Toch staat de toegevoegde waarde die de chemische industrie biedt niet altijd even scherp bij consumenten en burgers op het netvlies. Vaker gaat het over de uitstoot van broeikasgassen door en de veiligheid van chemiebedrijven. Aan die onderwerpen -zoals ook aan hoogwaardige innovatie- wordt door de sector hard gewerkt. Dit gebeurt in een nationaal triple helix verband: de overheid, kennisinstellingen en het bedrijfsleven trekken intensief samen op. Leidraad zijn collectief gestelde ambities die stellen dat in 2050 Nederland...

- hét land van de groene en duurzame chemie is;
- te vinden is in de mondiale top 3 van producenten van slimme materialen en oplossingen;
- in staat is via hoogwaardig grensverleggend wetenschappelijk onderzoek nieuwe gebieden van wetenschap en innovatie te ontsluiten.

Kortom, innovatie, veiligheid en duurzaamheid zijn belangrijke onderwerpen voor de chemische industrie. Een focus op die drie elementen in combinatie met de uitgangspositie die de sector van oudsher (o.a. ligging, opleidingen) heeft, zou chemiebedrijven in staat moeten stellen om hun concurrentiepositie te behouden –en samen met de overheid en wetenschap te zorgen voor een gezonde, veilige én duurzame toekomst voor de chemische sector in Nederland.

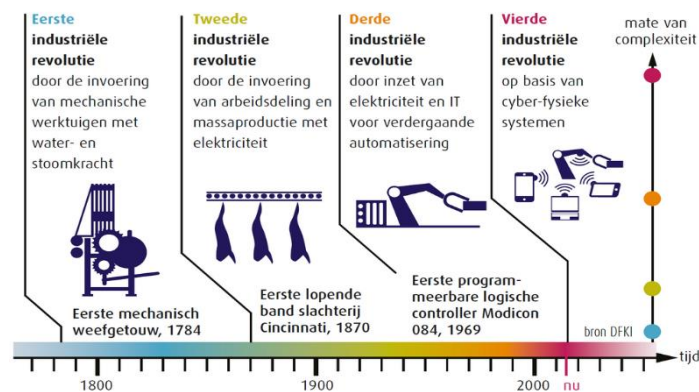
3.2 De vierde industriële revolutie

De huidige doorbraak van ICT en daarop gebaseerde technologieën en producten wordt -na stoom, elektriciteit en automatisering- de vierde industriële revolutie genoemd (figuur 3). Een revolutie die volgens Klaus Schwab, oprichter en CEO van het World Economic Forum, de fysieke, digitale en biologische wereld bijeen zal brengen. Cyber-fysieke systemen zullen ontstaan, zowel in de zakelijke als persoonlijke wereld. Een revolutie die zich, volgens experts, onderscheidt van de voorgaande revoluties vanwege de snelheid van ontwikkelingen en de (verwachte en reeds

¹ www.vnci.nl

gerealiseerde) impact op wereldwijde schaal. Door ontwikkelingen als (I)IoT, robots, machine learning/ artificial intelligence, en 3D printen ontstonden -en ontstaan nog immer- nieuwe economische mogelijkheden die ook maatschappelijk uiteindelijk gevolgen hebben.

Bedrijven die het eerste te maken kregen met de gevolgen van digitalisering waren veelal ondernemingen die diensten en goederen leveren (*tertiaire* sector). Vaak door 'vraag en aanbod' in een markt via een IT-oplossing slimmer te verbinden bleken innovatieve bedrijfjes -zogenaamde game changers- in staat hele sectoren op hun kop te zetten. Gevestigde bedrijven die niet wendbaar genoeg waren, kwamen onder grote druk te staan -en sommigen bezweken zelfs. Denk bijvoorbeeld aan het succes van Coolblue vs. de teloorgang van Scheer & Foppen.



Figuur 3: Overzicht industriële revoluties (DFKI, 2011)

Na de doorbraak in de dienstensector begon de digitale revolutie ook de industriële of *secundaire* economische sector serieus te raken. Duitsland was een van de eerste landen die de kansen én uitdagingen voor hun (maak)industrie inzag en startte met beleid onder de noemer 'Industrie 4.0'. Nederland volgde al snel: een consortium met o.a. de KvK, FME, TNO en het Ministerie van Economische Zaken verbreedde de scope door, naast digitalisering, ook slimme, nieuwe IT-gebaseerde technologieën te includeren (zoals additive manufacturing en drones) en ging onder het label 'Smart Industry' aan de slag met de metaal(elektro) sector. Ondertussen ontstaat er binnen de industriële sector ook steeds meer aandacht voor de impact van digitalisering en slimme technologieën op de procestechnologische industrieën. Met andere woorden: wat betekent de transitie voor bedrijven die geen discrete producten (machines, transportmiddelen, etc.) maken, maar waarin voornamelijk gebruik gemaakt wordt van chemische, biochemische, mechanische en/of fysische processen?

3.3 De voorbode en opkomst van de smart chemical industry

De chemie is, net zoals de farmaceutisch, voedingsmiddelen en papierindustrie, een proces-industrie. Bedrijven in die sectoren houden zich bezig met de omzetting op industriële schaal van grondstoffen in halffabricaten en producten. Kenmerkend daarbij is dat de omzetting meerdere processtappen/ deelbewerkingen omvat en plaatsvindt in een hoog geautomatiseerde omgeving. Automatisering en ICT, twee vooraanstaande thema's in de huidige Industry 4.0/ Smart Industry beweging, zijn daarmee van oudsher al belangrijke onderwerpen in de chemische industrie. Het besef wordt echter steeds sterker dat doorontwikkeling en toepassing van nieuwe 4.0-digitaliseringstechnieken -denk aan robots, drones en 3D printers, maar ook digital twinning, simulatie en modellering- ook voor de chemische industrie van cruciaal belang zijn. Bijvoorbeeld



om de arbeidsproductiviteit in Nederland op een competitief niveau te houden. De vergrijzing van de beroepsbevolking zet immers onverminderd door.



Het belang van het adopteren wordt onderstreept door het World Economic Forum. Het forum stelt in haar *value-at-stake* analyse dat de economische cumulatief toegevoegde waarde van de Europese chemische industrie (incl. geavanceerde materialen) in de periode 2016- 2025 tussen \$310 en \$550 miljard zal liggen wanneer invulling wordt gegeven aan de smart revolutie. Met betrekking tot niet-economische voordelen berekent het World Economic Forum dat de huidige revolutie de potentie heeft om de uitstoot van CO₂ te verminderen met 60- 100 miljoen ton, 20 tot 30 fatale ongelukken te voorkomen en 2000- 3000 letselgevallen te voorkomen. Daarbij verschaft het de chemie een belangrijke sleutel om de circulaire economie concreet vorm te geven. Tegenover die voordelen staat dat, wanneer uitgegaan wordt van een verhoogde arbeidsproductiviteit en gelijk- blijvende productie, door digitalisering maximaal 670 duizend banen zouden kunnen verdwijnen. De verwachting is echter dat bestaande banen in de chemie interessanter worden (slimme technologieën nemen zware en monotone taken over), de vergrijzing zal zorgen voor een afname van beschikbare medewerkers en er door verregaande integratie van de chemie in de waardeketen meer banen zullen ontstaan bij partnerbedrijven. Het forum stelt daarbij dat alle cijfers -vanwege het grote aantal aannames en variabelen- vooral bedoeld zijn om de orde van grootte te duiden en kansrijke gebieden voor de chemie te wijzen. Maar de voorbode is duidelijk: de potentie en impact van de industriële revolutie zijn enorm.

Het is dan ook niet verrassend dat er in Nederland al de nodige activiteiten ontplooid zijn. Zo is er een industrie breed (kennisuitwisselings)platform MoleculesMeetDigits dat zich bezighoudt met operational excellence (bijeenkomst in 2017) en new business models (bijeenkomst 2018) in de gedigitaliseerde economie, is de chemiesector aangesloten bij het nationale Smart Industry platform (waarbinnen het fieldlab Campione, gericht op just-in-time maintenance, is ontstaan) en werkt de VNCI samen met World Class Maintenance aan een 'I+M Safety deal' op het gebied van 'corrosion under isolation'. Op het gebied van sociale innovatie wordt binnen de Human Capital Agenda van de topsector aandacht besteed aan de digital skills van chemici op alle onderwijs-niveaus als ook aan IT'ers in de chemische arbeidsmarkt. Daarnaast wordt er binnen de sector ook andersom geredeneerd: transities (digitaal, sociaal en duurzaam) *dankzij* moleculen en chemie. Zo organiseerde de VNCI tijdens het congres ter ere van haar 100-jarige bestaan (25 juni 2018) een creation lab 'digitalisering door de chemie'. Tijdens een interactieve sessie gingen ongeveer 50 deelnemers met elkaar in discussie over de vraag op welke manier -Power-to-X, nieuwe materialen en/of bio-economie & duurzame chemie- de sector het beste zou kunnen bijdragen aan de wereldwijde transities. Het antwoord was niet eenduidig: nieuwe materialen, Power-to-X en de optie 'alle drie' scoorden circa 30%. Het achterblijven van de bio-economie & duurzame chemie werd verklaard door dat die transitie al 'als vanzelfsprekend' werd ervaren. Waar de aanwezigen het wel direct met elkaar over eens waren, was dat nauwe samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennis-/onderwijsinstellingen van eminent belang is om de potentiële toegevoegde die de chemie kan bieden ook te verzilveren. Kortom, synergie in de Triple Helix is noodzakelijk om *smartification* van én *dankzij* moleculen vorm te geven.

4 Bevindingen bestaande bronnen



4.1 Inleiding

Ten behoeve van de quickscan zijn ruim 50 rapporten, blogs en andere bronnen van informatie geraadpleegd: een rijke mix van (o.a.) onderzoeksresultaten, beleidskaders en beschrijvingen van concrete voorbeelden. Toch is de bronnenlijst niet uitputtend: er zullen ongetwijfeld artikelen aan de aandacht zijn ontsnapt. Daarom ook dat dit document de status living document heeft: elke verrijking is waardevol, zowel door nieuwe inzichten vanuit de literatuur als door experts uit de praktijk (pag. 7). Dit hoofdstuk behandelt de verworven informatie over de volle breedte van het onderwerp dat centraal staat in deze quickscan. Om lange, gefragmenteerde opsommingen te voorkomen is ervoor gekozen om de informatie te presenteren aan de hand van vijf dimensies. Het volgende hoofdstuk zoomt verder in op het onderwerp *smart chemical industry*.

4.2 Data van materialen

Binnen de vierde industriële revolutie wordt data gezien als het nieuwe goud. Beter inzicht in de input, het proces en de output biedt bedrijven ruimte voor optimalisatie. Voorraadbeheer (minimale hoeveelheden dankzij *just in time delivery*) en distributie zijn voorbeelden van gebieden waarop bedrijven veelal hun eerste digitaliseringsslag slaan. Zo digitaliseerde Dow Chemical haar transportation riskmanagement: door de inzet van RFID-tags en gps is het chemiebedrijf beter in staat de dagelijkse verscheping van circa 7000 pakketten te monitoren. De event management software stuurt -waar nodig- automatisch het logistieke proces bij door mails en sms-berichten te sturen. Met betrekking tot het (productie)proces is het thema predictive maintenance in opkomst. Het niet te vroeg, maar ook zeker niet te laat, plegen van onderhoud aan productiefaciliteiten is een grote kostenbesparing voor chemiebedrijven. BASF en Evonik zetten op dit vlak al grote stappen. Toch blijft er een interessante bron van data onderbelicht. Het hart van de chemische industrie is de bewerking van grondstoffen tot ca. 60.000 producten. Daarvan is een overgroot deel geen discreet eindproduct: bedrijven als Biosolve (o.a. reagentia, formuleringen) en GreenGran (met agro-vezels versterkt PE/PP-granulaat) kunnen nu onmogelijk monitoren hoe hun producten zijn verwerkt en ingezet. Toch is juist die traceerbaarheid -met het oog op de circulaire economie en de verschuiving van 'well-defined uniform' naar 'ill-defined pluriform' materiaalstromen- van groot belang. Chemiebedrijven moeten op moleculair niveau weten wat als grondstof binnenkomt. Kortom, de optimalisatie door middel van digitalisering van en datavergaring over discrete productstromen en productiefaciliteiten is slechts een deel van de oplossing. Het traceer- en meetbaar maken van materialen is de echte uitdaging.

4.3 Smart én intelligent

Een uniek kenmerk van de chemie is dat het een enabling industry is. Als basisindustrie innoveert en transformeert zij niet alleen zelf, maar maakt ook (digitale) veranderingen mogelijk in andere sectoren. Denk bijvoorbeeld aan nieuwe materialen voor sensoren en dataverbindingen, maar ook het opwerken van reststromen tot chemicaliën -zoals een bedrijf als Waste2Chemical dat doet- waarmee de circulaire economie dichterbij komt. Het gros van de rapporten gaat echter

over de transformatie die de chemische industrie zelf zal (moeten) ondergaan: de weg naar de smart chemical industry. Aan het creërende aspect wordt veelal voorbijgegaan. Interessante uitzonderingen daarop vormen een artikel van hoogleraar Whitesides (tabel 1) als ook de rapporten van VCI/ Deloitte en World Economic Forum/ Accenture. Daarin worden ook trends en thema's benoemd waaraan de chemie enorm kan bijdragen. Onderwerpen als e-mobiliteit (o.a. met lichtgewicht materialen t.b.v. logistieke sector), connectiviteit (o.a. ultra-puur glas ten behoeve van de IT-sector) en gepersonaliseerde medicijnen vragen om onderzoek en ontwikkeling van publieke en private spelers in de chemie. Om deze invalshoek goed te (blijven) agenderen - en te zorgen dat deze niet in het gedrang komt binnen de smart chemical industry- is het voorstel om de term *intelligent* te gebruiken. Met andere woorden: het streven is een smart én *intelligent chemical industry* (zie pag. 14).

Tabel 1: Uitdagingen voor de chemische sector

New Classes of Problems	
1)	What is the molecular basis of life, and how did life originate?
2)	How does the brain think?
3)	How do dissipative systems work? Oceans and atmosphere, metabolism, flames.
4)	Water, and its unique role in life and society.
5)	Rational drug design.
6)	Information: the cell, public health, megacities, global monitoring.
7)	Healthcare, and cost reduction: "End-of-life" or healthy life?
8)	The microbiome, nutrition, and other hidden variables in health.
9)	Climate instability, CO ₂ , the sun, and human activity.
10)	Energy generation, use, storage, and conservation.
11)	Catalysis (especially heterogeneous and biological catalysis).
12)	Computation and simulation of real, large-scale systems.
13)	Impossible materials.
14)	The chemistry of the planets: Are we alone, or is life everywhere?
15)	Augmenting humans.
16)	Analytical techniques that open new areas of science.
17)	Conflict and national security.
18)	Distributing the benefits of technology across societies: frugal technology.
19)	Humans and machines: robotics.
20)	Death.
21)	Controlling the global population.
22)	Combining human thinking and computer "thinking."
23)	All the rest: jobs, globalization, international competition, and Big Data.
24)	Combinations with adjacent fields.

4.4 Technologie én business

De smart revolutie raakt alle facetten van een bedrijf: de technologie (product + proces), mensen (management + medewerkers) en organisatie (bedrijfsmodel + financiën). De aanschaf van een 3D-printer is een overbodige investering als er intern niet mee gewerkt kan worden en/of het bedrijfsmodel niet uitgaat van de nieuwverworven mogelijkheden. Deze quickscan heeft zich met name gericht op slimme technologie, waarbij wel aandacht was voor een lonkend business perspectief (pag. 7). Bedrijven moeten het commerciële nut van een transitie wel inzien om in beweging te komen. Die koppeling wordt in de bestudeerde bronnen minder expliciet gemaakt. Enerzijds zijn er adviesrapporten (van partijen als Roland Berger, KPMG en EY) die zich vooral richten op verandering van het bedrijfsmodel van chemiebedrijven. Daarin staan kernen centraal als het vergroten van customer intimacy, de positie in het ecosysteem en herdefinitie van de waardeketen. Anderzijds zijn er rapporten van (o.a.) de VNCI, EZK/ RVO en CEFIC die vooral ingaan op de kansen die technologieën als slimme sensoren, digital twinning en robotica bieden. Die tweedeling is begrijpelijk gezien de achtergrond van de opstellers, maar verbinding is cruciaal. Vooral gezien in het licht van de -van oudsher relatief sterke- scheiding tussen research/technologie en business/market binnen chemiebedrijven. Een (digitale) strategie die zowel het management als de (technische) medewerkers snapt én omarmt, is essentieel om de transitie vorm te geven. Die gedachte moet meer worden gevoed. Met andere woorden: smart chemical industry gaat over de combinatie van smart technology én smart business- daargelaten welke eenieder laat prevaleren- die mogelijk gemaakt wordt door slimme mensen (zie pag. 14).

INTELLIGENT CHEMICAL INDUSTRY

De producten en materialen van de chemische industrie vinden in veel andere sectoren hun toepassing. Innovatie in de chemie werkt dan ook door in grote delen van de economie. Zo maken lichtere materialen transport duurzamer, zijn met witte biotechnologie efficiëntere productieprocessen mogelijk en helpt de lab-on-a-chip ontwikkeling de gezondheidszorg verbeteren. Deze bijdrage -via de inzet van moleculen en chemie- aan de mondiale transitie (digitaal, energie en participatie) is wat de intelligent chemical industry beoogt. De kracht als enabling sector komt daarin maximaal tot zijn recht. Door kennisinstellingen en bedrijven wordt hier van oudsher al op ingezet: individueel, maar ook in nauwe samenwerking zoals in de vier chemie-roadmaps, communities of innovation en initiatieven als het Brightlands Materials Center, Biorizon en VoltaChem.

Voorbeeld

Resultaten van het National Graphene Institute in Manchester en de universiteit van Antwerpen laten zien aan dat grafeen -waarvoor André Geim, eerder hoofd-docent aan de Radboud Universiteit en Konstantin Novoselov, die daar bij hem promoveerde, de Nobelprijs kregen- het internet mogelijk 10.000x sneller kan maken. Een ontwikkeling die de industriële revolutie verder zal versnellen.

[bron: dutchchannel.nl/590697/glasvezelinternet-kan-tienduizend-keer-snelser-worden-dankzij-grafeen.html]

SMART CHEMICAL BUSINESS

De vierde industriële revolutie biedt chemiebedrijven ook op businessvlak veel nieuwe kansen. De beschikbare digitale technologieën maken het mogelijk om op een interactieve manier contact te houden met de klant en hem/haar veel meer op maat te bedienen. De omslag van operational excellence naar customer intimacy zullen bedrijven (moeten) gaan maken. Daarin staat de behoefte van de klant centraal: die wordt doorlopend gemonitord en de resulterende big data geanalyseerd en vertaald in acties. Daarbovenop zullen chemiebedrijven meer en meer nieuwe manieren gaan verkennen om waarde te creëren in complexe en vaak circulaire ecosystemen. Het startpunt voor die ontwikkeling zal liggen in het ontwerp en de toetsing van een circulair business model.

Voorbeeld

Eastman Chemical biedt haar klanten een online solvent comparison tool en web-based resin calculator. Met deze service verrijkt het bedrijf haar eigen product en vergroot het de toegevoegde waarde voor klanten. De ontwikkeling van business modellen in complexe ecosystemen krijgt geleidelijk steeds meer aandacht: het Molecules meet Digits congres in 2018 gaat hierover en recent werd een lectoraat Smart Business aan de HAN gelanceerd.

[bron: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/chemicals-industry-value-chain.html>]

4.5 Data (ver)delen

De grote hoeveelheid digitale data die beschikbaar komt ten gevolge van de vierde industriële revolutie biedt mogelijkheden voor nieuwe vormen van samenwerking. Het inzicht dat een bedrijf verkrijgt in het (productie-) proces is mogelijk ook zeer interessant voor andere partijen. Denk aan digitaal voorraadbeheer: een (automatisch gegenereerd) signaal naar de toeleverancier op het moment dat zijn onderdeel opraakt, voorkomt veel transacties (bellen, bestellen, etc.). Toch brengt het delen van data vraagstukken op het gebied van data-eigendom, *cyber security* en standaardisatie (/ontologie) met zich mee. Onderwerpen waar het programmabureau Smart Industry al sinds de oprichting aandacht voor vraagt en intussen ook verschillende projecten en Fieldlabs op heeft weten te starten. Een overzicht van een aantal activiteiten in Nederland:

Standaardisatie laat zich het eenvoudigste uitleggen via een stekker-metafoor: de stekker die uit ene bedrijf komt (o.a. type file, IT-programma, codering) moet wel passen in het stopcontact bij het andere bedrijf. Is dat niet het geval -denk aan de communicatie tussen sensoren waarvan er een meet in Kelvin en de ander in Fahrenheit- dan is een datastroom niet vanzelfsprekend. De 'Actieagenda standaardisatie' (2016) en het fieldlab 'Smart Connected Supplier Network' (met meer dan 15 partners waaronder de NTS Group en TNO) richten zich actief op dit vraagstuk.

Cyber security spreekt voor zich: het veilig delen van data is essentieel, zeker in de context van de chemische industrie. Een hack van essentieel operating system is een doemscenario. Het thema komt in diverse Fieldlabs aan bod; het meest concreet gebeurt dat binnen 'The Garden' (met o.a. Thales en Apollo Vredestein als partner). Daarnaast is er voor ondernemers een Cyber Security Scan beschikbaar, werd in juni 2018 het Digital Trust Center gelanceerd en is er steeds meer aandacht (o.a. via het Agentschap Telecom) voor het werken via de zgn. BIV-classificatie.²

Data-eigendom is vraagstuk dat in toenemende mate aandacht krijgt. De verklaring is dat steeds meer het besef ontstaat dat op basis van data heel nieuwe bedrijfsmodellen te bouwen zijn. Dat werpt automatisch de vraag op: van wie is data? Het maken van afspraken daarover is essentieel om tot digitale samenwerking te komen. Het programmabureau Smart Industry heeft, in nauwe samenwerking met de FME en met input van (o.a.) TNO, NL ICT, Siemens en Thales, een gratis te downloaden³, generieke samenwerkingsovereenkomst 'Dare-2-Share' opgesteld.

Tot slot is, naast deze drie thema's, de IT-infrastructuur een laatste item dat onmisbaar om tot goede datadeling te komen. Denk daarbij aan transportmedia (bijv. glasvezelkabels) en netwerk-componenten (bijv. routers), maar ook datacentra ten behoeve van dataopslag. In Nederland is de IT-infrastructuur goed op orde, al blijven investeringen en innovaties nodig volgens een recent position paper van de stichting Digitale Infrastructuur Nederland.⁴ Op innovatiegebied lijkt daarin een rol weggelegd voor de *intelligent chemical industry*: zowel grafeen (sneller internet; p. 14) als organisch materialen voor fotonica (energiebesparing dataopslag) zijn kansrijke onderwerpen.

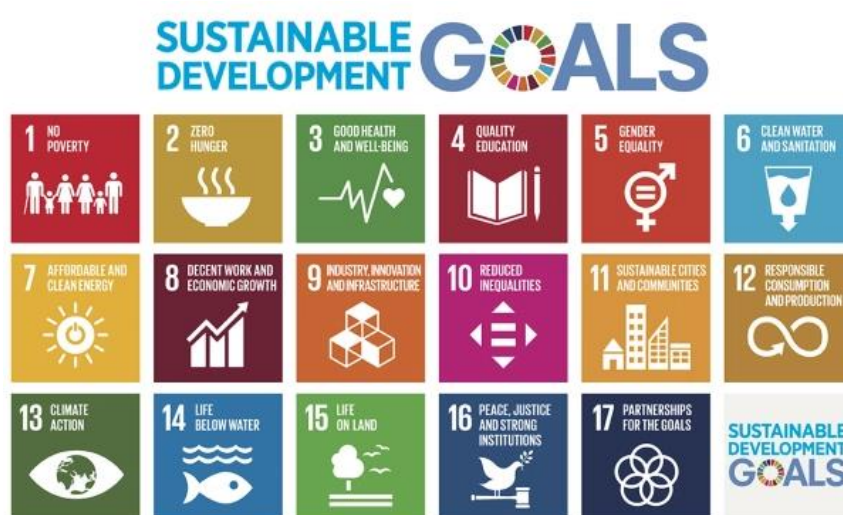
² Beschikbaarheid-Integriteit-Vertrouwelijkheid; zie o.a. deze [link](#) van het ministerie van BZK

³ www.smartindustry.nl/data-delen

⁴ www.dinl.nl/wp-content/uploads/2018/08/Stichting-DINL-Nederland-als-digitale-mainport.pdf

4.6 Profit verschuift naar purpose

Radicale innovatie wordt vaak gezien als hét antwoord voor de Europese chemische industrie om in de toekomst competitief te blijven.⁵ Die overtuiging neemt de noodzaak voor incrementele innovatie echter niet weg: in een volwassen sector zoals de chemie blijft procesoptimalisatie ten behoeve van kostenreductie immer een belangrijk thema. Want alleen een chemiebedrijf dat nu (ook) winst maakt, is in staat om aan de (middel)lange termijn te denken en te innoveren. Blijft de winst achter bij de wensen en verwachtingen van aandeelhouders, dan ligt een (vijandige) overname -en daarmee gepaard gaand verlies van zeggenschap- zomaar opeens op de loer. Het belang van profit is daarmee duidelijk. Toch is een tendens waarneembaar dat in toenemende mate de opsomming *people-planet-purpose* (in plaats van *people-planet-profit*) wordt gebruikt. Er is, maatschappelijk gezien, meer en meer interesse in het doel waaraan men als organisatie of individu bijdraagt. Daarbij wordt vaak een koppeling gemaakt met de Sustainable Development Goals (SDG's) voor de periode 2016-2030 van de Verenigde Naties (figuur 4).



Figuur 4:
De SDG's van de
Verenigde Naties

De doelstellingen van de VN geven de brede transitie weer die wereldwijd plaatsvindt: niet alleen in het economisch domein, maar ook op klimaat en sociaal gebied. Vernieuwend -en verwoord in de trend 'van profit naar purpose'- is dat, vanuit een individuele organisatie, gekeken wordt naar de bijdrage aan alle drie typen doelstellingen. Met andere woorden: een bedrijf kijkt bijvoorbeeld niet langer naar alleen de economische bijdrage, maar ook wat het toevoegt aan de transitie op klimaat en sociaal gebied. Voor chemiebedrijven ligt, gezien het enabling karakter van de sector, een bijdrage aan meerdere doelstellingen voor de hand (pag. 14). De EU heeft al aangekondigd dat zij de 17 SDG's als kapstok zal gebruiken voor haar nieuwe Multi-Annual Financial Framework, dat wil zeggen de opvolger van Horizon2020. Ook de Nederlandse overheid is bezig om de doelstellingen als raamwerk te implementeren; de stichting SDG Charter -met DSM als één van de initiatiefnemers speelt daarin een verbindende rol. Om in de transitie naar een smart chemical industry gebruik te kunnen (blijven) maken van publieke gelden -bijvoorbeeld voor nieuwe PPS-programma's- is het meenemen en expliciteren van de bijdrage aan de SDG's van belang.

⁵ https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals_en

5 De smart chemical industry



5.1 Inleiding

De dimensies uit het vorige hoofdstuk tonen de breedheid aan onderwerpen die gerelateerd zijn aan het begrip smart chemical industry. Dimensies waarop een onderscheid nodig is (smart vs. intelligent, technologie vs. business) en/of waarmee rekening gehouden moet worden (data van materialen, data delen, SDG's) wanneer de transitie wordt versneld via de realisatie van een PPS. In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op sec de smart chemical industry. Met andere woorden: de transitie die de chemische industrie ondergaat ten gevolge van de vierde industriële revolutie. Het gaat dus niet over de bijdrage die de chemiesector kan hebben aan de transitie in andere sectoren (de *intelligent chemical industry*). Verder ligt de nadruk op technologie; *smart chemical business* aspecten worden slechts daar genoemd waar ze ontwikkelingen helpen duiden. Er wordt gestart met een definitie voor smart chemical industry, direct gevolgd door een raamwerk voor analyse. Tot slot worden een aantal concrete voorbeelden uit de praktijk beschreven.

5.2 Definitie

De definitie voor de smart chemical industry is tot stand gekomen na een aantal iteraties. Hierbij is gebruik gemaakt van kennis en ervaring vanuit diverse invalshoeken: bedrijfsleven, overheid, wetenschap en intermediairs. Toch wordt de definitie gezien als een werkdefinitie. Pas na afronding van de toets met het veld (stap 6; pag. 7) is de definitieve formulering mogelijk. De definitie luidt:

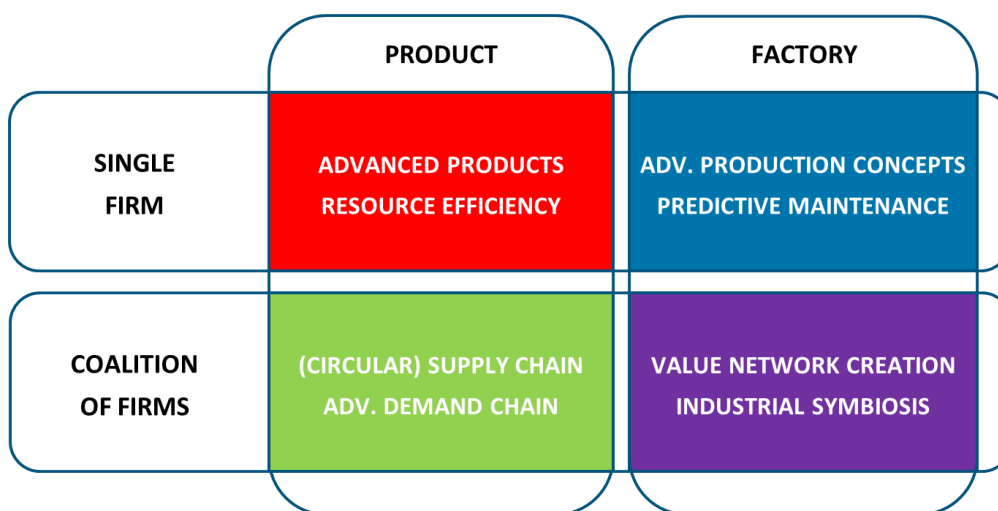
The smart chemical industry comprises companies that produce chemical products and have -by using smart industry technologies*- a proven capability of production flexibility, adaptive innovation and/or new business model implementation. This clever capability strengthens a company's competitive advantage, accelerates its innovation pace and enables it to contribute to the UN's sustainable development goals.

**(I)IoT, digital twinning, sensing and advanced process control (i.e. modeling, simulation & forecast), artificial intelligence, machine learning, data architecture and infrastructure, 3D printing, augmented/virtual reality, drones and robotics.*

Met deze definitie is ervoor gekozen om de smart chemical industry duidelijk neer te zetten als het begrip dat de smartification *van* moleculen en chemie -en in een breder perspectief gezien de hele chemische industrie- omschrijft. Met als resultaat bedrijven die een sterke concurrentiepositie hebben, sneller innoveren en uitstekend scoren op SDG-/kerndoelstellingen als veiligheid en duurzaamheid. In het realiseren daarvan speelt een *clever capability*, op basis van de inzet van bovenstaande 'Industry 4.0 technologieën', een centrale rol. Hoewel die competentie nog nader onderzoek behoeft, is er een duidelijke relatie met het smart industry implementatiewiel (pag. 7) om deze te verwezenlijken binnen een chemiebedrijf.

5.3 Analyse raamwerk

Om de (aanzienlijke hoeveelheid) beschikbare informatie over de smart chemical industry goed te kunnen analyseren is kadering nodig. Met andere woorden: hoe zijn de bestaande activiteiten binnen individuele bedrijven, PPS-en en ecosystemen te relateren ten opzichte van elkaar? Zo'n kader is nodig om de (eerste) verdiepingsslag wat betreft raakvlakken en hiaten in het veld -als opstap naar de vaststelling van de inhoudelijke richting voor een nieuwe PPS- te maken. Het volgende kader is daarvoor ontwikkeld en gebruikt (figuur 5):



Figuur 5: Analyse raamwerk Smart Chemical Industry

Dit kader -dat een verfijning is van bijvoorbeeld de indelingen van het World Economic Forum en CEFIC- gaat uit van twee dimensies waarop bestaande activiteiten ingedeeld kunnen worden. De eerste dimensie betreft een onderscheid naar de hoeveelheid partijen die betrokken zijn: betreft het een ontwikkeling die volledig binnen de muren van een bedrijf plaatsvindt of zijn er meerdere partijen in de supply (toelever) of demand (vraag) chain bij betrokken? Op dit moment wordt op beide vlakken al actief gewerkt binnen de industrie. De tweede dimensie leunt in de basis op het aloude onderscheid tussen chemie en chemische technologie. Het beschrijft het verschil tussen enerzijds het werken met reactanten (synthese) en anderzijds fysieke apparatuur die nodig is om producten te maken (technologie). Met andere woorden: de ingrediënten vs. potten/pannen. Beide dimensies -aantal betrokken partijen, onderwerp van aandacht- voldoen niet volledig aan het GOGO-principe⁶ en hebben dan ook vooral als doel om een initieel onderscheid te maken.

5.4 Overzicht van activiteiten

De vier kwadranten worden in deze paragraaf verrijkt met voorbeelden uit praktijk. Er is voor gekozen om zo concreet mogelijke voorbeelden te beschrijven: casussen die, naast het bieden van een interessante illustratie, bijvoorbeeld ook de 'grootheden vs. eenheden'-discussie voeden. Want gemeenschappelijke terminologie is naast een collectief beeld noodzakelijk om stappen te zetten richting een nieuwe PPS. Ook voor dit overzicht geldt dat het niet uitputtend is.

⁶ GOGO staat voor 'Geen Ontbrekenden, Geen Overlappen' (in het Engels: 'Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive')

5.4.1 Product of a single firm

De smart revolutie stelt individuele chemiebedrijven meer en meer in staat om te modelleren en simuleren wat betreft hun producten. Een fysiek experiment is niet altijd (direct) meer nodig. Dat biedt chemiebedrijven de mogelijkheid om de balans 'kwaliteit van het product' vs. 'kosten van vervaardiging' verder te optimaliseren. Het voorbeeld van BASF (zie hieronder) geeft een indruk wat er bijvoorbeeld op het gebied van energiebesparing door simulatie mogelijk is. Maar er zijn, naast de optimalisatie van de synthese, ook mogelijkheden op het gebied van digitaal ontwerpen van nieuwe materialen voor bestaande toepassingen. Zo wordt bij het voorbeeld van Zymergen vaak verwezen naar microben die ontworpen zijn voor de productie van standaard plastics. Een derde vlak is de detectie en analyse van producten, een thema dat direct raakt aan analytische chemie. Hoewel het PolyImage voorbeeld goed past, strekt de reikwijdte van dit onderzoeksveld zich verder uit. Het onderwerp slimme 'detectie- en meetmethodiek' speelt in meer kwadranten: van de karakterisering van *advanced products* tot die van *ill-defined pluriform* grondstoffen (bij een circulaire supply chain) en van het real-time volgen van een proces (sensors in de reactor) tot het monitoren van de reactor zelf (predictive maintenance). Het analytische vakgebied verbindt de virtuele (/simulatie) en fysieke (/experimentele) wereld met elkaar. Slimme technologie biedt, tot slot, bedrijven ook mogelijkheden op (incrementele) verbeteringen aan bestaande producten; denk bijvoorbeeld aan hogere opbrengsten en verbeterende eigenschappen.

Zymergen – Ontwerp van microben ten behoeve van industriële biotechnologie

De Zwitserse startup Zymergen benadert het ontwerp van microben als een big data probleem. Het combineert biotechnologie, software, machine learning en robotica om op digitale wijze sneller tot het ideale ontwerp voor een microbe te komen. De startup bedient enkele van de grootste multinationals ter wereld.

bron: www.zymergen.com

BASF – Reactieoptimalisatie met behulp van computermodellen

Chemiebedrijf BASF zet op haar R&D-afdeling in op de combinatie 'experimenteren én modelleren'. Op basis van een berekening met een gedetailleerd (digitaal) kinetisch model naar de optimale procesomstandigheden werd in de praktijk een vermindering van 30% in batchtijd -en bijbehorende energiebesparing-gerealiseerd.

bron: World Economic Forum (2017)

PolyImage – Massa spectrometrie voor (bio)polymeren en slimme materialen

Binnen TI-COAST loopt een PhD-project waarin onderzoek naar massa spectroscopie van (bio)polymeren en slimme materialen centraal staat. Uniek is dat de analyse van intacte grote en kleine moleculen op het oppervlakte van de polymeren en slimme materialen plaatsvindt onder omgevingscondities en zonder monsterpreparatie.

bron: www.ti-coast.com

5.4.2 Factory of a single firm

De instandhouding van leidingen, reactievaten, tanks en andere procesinstallaties is cruciaal in de chemische industrie. Die fysieke faciliteiten of assets vertegenwoordigen in de regel namelijk een enorme waarde voor chemiebedrijven. Wanneer apparatuur niet functioneert, ligt de productie (gedeeltelijk) stil –en dat heeft economische gevolgen. Maar ook het milieu- en veiligheidsaspect speelt een significante rol. Inspectie van assets is dus essentieel. De digitale revolutie biedt een nieuwe manier om dat doen: *predictive* in plaats van *time-based*. Door de onderhoudsstaat van fysieke faciliteiten continu te meten -via sensoren in combinatie met de inzet van (o.a.) drones en augmented reality- en te analyseren wordt het mogelijk om pas dán in te grijpen als het nodig is. Een manier van werken die voor het analysedeel nog een stap voorwaarts behoeft op het vlak van digital twinning (pag. 22), maar wel de belofte draagt van grote kostenbesparingen voor de chemiebedrijven. Grote concerns zijn dan ook volop bezig met dit onderwerp (voorbeeld Evonik). Naast het onderhoud van bestaande assets vinden er ook op het gebied van nieuwe, slimme(re) faciliteiten ontwikkelingen plaats. Het gaat dan om apparatuur die flexibele productie mogelijk maakt (zie voorbeeld Consens), nieuwe productieconcepten (zie voorbeeld Flowid) en apparatuur die beide aspecten combineert (additive manufacturing/ 3D-printing). Een aanzienlijke uitdaging voor nieuw ontwikkelde, innovatieve procesonderdelen en apparaten is de daadwerkelijke implementatie binnen bestaande productieprocessen gebleken (pag. 24).

Consens – Duurzame en flexibele productie van hoogwaardige producten

Binnen het EU-project Consens werken chemiebedrijven en kennisinstituten samen aan de (door)ontwikkeling van flexibele, continue installaties voor hoogwaardige chemische producten. Daarin spelen nieuwe, online sensorapparatuur, *closed-loop* aansturing van belangrijke productparameters en miniaturisatie een centrale rol.

bron: www.cosens-spire.eu

Flowid – Spinning Disc Reactor ('SpinPro R300')

De TU/e-startup Flowid ontwikkelde een innovatief reactorconcept: de spinning disc reactor. Ten opzichte van een traditioneel reactor vat heeft de spinning disc -een set schijven die met hoge snelheid ronddraaien in een nauw aansluitende behuizing- diverse voordelen. Op Chemelot draait een proeffabriek op basis van deze techniek.

bron: www.flowid.nl/spinpro-reactor

Evonik – Predictive Maintenance

Chemiebedrijf Evonik zet op haar (productie)locatie in Marl te Duitsland ferm in op *predictive maintenance*. Een team onderzoekt of het mogelijk is om met digitale data efficiëntere en flexibelere onderhouds- en reparatieroutines te realiseren. Daarbij wordt specifiek gekeken naar machines die vatbaar zijn voor aancoeking.

bron: www.chemicalprocessing.com

5.4.3 Product and multiple firms

De materiaalketen biedt goede houvast voor de analyse van smart chemical industry kansen als het gaat om de combinatie product en meerdere bedrijven. Het toevoegen van waarde door een chemiebedrijf vindt, naast in het productieproces dat het bezit, deels ook plaats binnen de supply en demand chain. Het eerste subject komt ruwweg neer op de aanvoer van grondstoffen, het tweede gaat over de distributie en logistiek van producten. Efficiëntere processen geven minder kosten en zorgen ook voor de juiste voorwaarden voor het productieproces: te weinig aanvoer kan de productie bijvoorbeeld remmen. Digitale technieken (o.a. gps, RFID) bieden chemiebedrijven de mogelijkheid om hun keten te optimaliseren, zowel wat betreft de aanvoer (zie voorbeeld SABIC) als de distributie (zie voorbeeld BASF) en logistiek (zie voorbeeld DOW; pag. 13). Het voorbeeld van de Materials Marketplace past in die trend (lijn der verwachting is dat zulke initiatieven ook in de demand chain zullen ontstaan), maar raakt tevens de materialiteit van chemische producten. Beschouwend over de lijnen 'af- en aanvoer' gaat het dan veel meer over *wat* je in- en verkoopt (in plaats van *hoe*). De circulaire economie zal op den duur bij chemiebedrijven teweegbrengen dat ze te maken krijgen met 'verontreinigde' grondstoffen. Om die goed te kunnen verwerken is het continu meet- en analyseerbaar maken (kortom *traceability*) van materialen zelf noodzakelijk. Een uitdaging waarin analytische chemie, naast de materiaaltechnologie, een grote rol zal spelen via verbeterde sensing en analyse methoden.

The Materials Marketplace – Cloud-based platform voor track en trace materialen

Een Amerikaans consortium heeft de materialen marktplaats opgericht om het hergebruik van materialen tussen bedrijven te verbeteren. Via een cloud-gebaseerd samenwerkingsplatform wordt hergebruik van overtollige grondstoffen, industriële bijproducten en verpakkingen tussen bedrijven gefaciliteerd (o.a. via matchmaking).

bron: www.pathway21.com

SABIC – Continu zicht op het transport van potentieel gevaarlijke goederen

Het chemiebedrijf SABIC heeft haar circa 500 railtankwagens uitgerust met een gps-apparaat. In samenwerking met startup Ovinto is een rapportagetool ontwikkeld en geïmplementeerd die 24/7 voor een volledig zicht op de locatie en omstandigheden van elke railtankwagen, waarmee grondstoffen worden aangevoerd.

bron: European Petrochemical Association (2018)

BASF – Massa maatwerk van zeep

Chemiebedrijf BASF beschikt op haar locatie in Kaiserslautern over een slimme proeffabriek waarin gewerkt wordt volgens het concept *mass customization*. De apparatuur op de productielijn wordt per verpakking via een RFID-tag -dus zonder tussenkomst van de mens (!)- geïnformeerd over gewenste zeepsamenstelling.

bron: Elsevier (2017)

5.4.4 Factory and multiple firms

Een thema dat wordt benoemd door (o.a.) het World Economic Forum en Deloitte, maar niet in veel detail uitgewerkt, is het werken als chemiebedrijf in een innovatie ecosysteem. Met andere woorden: de constellatie van bedrijven, overheden, onderzoeks- en onderwijsinstellingen waarin wordt samengewerkt aan de realisatie van nieuwe producten, processen en/of diensten. In zo'n ecosysteem gaat het niet uitsluitend over de producten die jij als deelnemer hebt, maar ook veel meer over de competenties en middelen waarover je beschikt. Dat kader sluit naadloos aan bij de analyse van smart chemical industry kansen wanneer het gaat om de combinatie (fysieke) assets en meerdere bedrijven. Het daarvoor benodigde herleiden van individuele bedrijven tot een set fysieke faciliteiten en competenties is exact wat ze gedaan hebben in het Chemie Cluster Bayern. Chemiebedrijven bieden daarbinnen niet primair hun producten aan, maar gaan in gesprek met andere sectoren op basis van hetgeen ze zouden kunnen realiseren met hun kennis en middelen. Op vergelijkbare wijze werd een consortium van partners (o.a. Akzo Nobel) gevormd dat besloot samen een nieuwe *waste-to-chemical* faciliteit te gaan realiseren. Een tastbaar voorbeeld van de overgang van waardeketens naar waardenetwerken. Het NISP-programma beschikt over tools en software die gericht zijn op het vaststellen van dergelijke industriële symbiose. Smart technieken (online platform, cloud collaboration, etc.) zijn potentieel een versneller voor *digital partnerships* en ecosysteem-samenwerking, maar alleen als de ICT-randvoorwaarden goed ingevuld zijn.

Chemie Cluster Bayern – Value creation partnership

De kennis van de 130 leden van het Chemie Cluster Bayern biedt voldoende basis voor nieuwe oplossingen. De leemte tussen chemische toeleveranciers en industriële OEM-ers voorkwam echter dat nieuwe cross-sectorale producten ontstonden. Het cluster faciliteert het ontstaan van de benodigde waarde creërende partnerships.

bron: www.chemiecluster-bayern.de

Akzo Nobel – Geavanceerde waste-to-chemistry faciliteit

Een consortium van bedrijven met o.a. Akzo Nobel, Renewi en Enkem werkt samen aan het ontwikkelen van een geavanceerde *waste-to-chemical* faciliteit in de Rotterdamse haven. De faciliteit zal de eerste in zijn soort zijn in Europa die een duurzame, alternatieve oplossing biedt voor niet-recyclebare afvalstromen.

bron: www.akzonobel.com

NISP – Industriële symbiose als uitgangspunt

Het National Industrial Symbiosis Program startte in 2003 in het Verenigd Koninkrijk als eerste, wereldwijde programma op industriële symbiose. Sindsdien heeft het in ruim 20 landen (o.a. model/ software) bijgedragen aan het creëren van symbiose. De provincie Zeeland werd onlangs benoemd als hotspot voor symbiose in Nederland.

bron: www.nispnetwork.com

6 Synthese bevindingen en bestaande kennisvelden



6.1 Inleiding

De mogelijkheden om te werken aan de transitie naar een smart chemical industry zijn, zoals uit het vorige hoofdstuk bleek, legio. Dat is een aangenaam gegeven, maar vraagt wel om het maken van keuzes: wat doe je als sector zelf en waar zoek je aansluiting op andere initiatieven? Het is immers niet mogelijk om alles zelf te doen. In dit hoofdstuk wordt gereflecteerd op evt. denkbare raakvlakken met bestaande partners en/of mogelijke synergiën met lopende initiatieven. Om tot logische dwarsverbanden te komen, wordt eerst het kennisveld met betrekking tot ICT en Smart Industry beknopt geïntroduceerd. Het kennisveld in de chemie wordt daarna beschreven aan de hand van drie domeinen: materialen, processen en analyse. Tot slot volgt de synthese van de observaties met betrekking tot relevante ontwikkelingen (§ 5.4) en de diverse kennisvelden.

6.2 De bestaande kennisvelden

Het kennisveld in de chemie is als basisindustrie breed, maar goed georganiseerd -o.a. dankzij de topsector structuur- en overzichtelijk. Voor ICT was dit niet altijd het geval. Initieel was het thema onderdeel van de topsector Creatieve Industrie; sinds enkele jaren is het (ook) gepositioneerd als een dwarsdoorsnijdend thema voor alle (top)sectoren.

6.2.1 Smart Industry en ICT

Het kennisveld rond het thema ICT kent twee hoofdmoten: enerzijds het onderzoek naar en de ontwikkeling van nieuwe technologieën (o.a. blockchain, artificial intelligence) en anderzijds de digitalisering en toepassing van ICT-gerelateerde oplossingen (o.a. mass customization, predictive maintenance) binnen bedrijven. Beide velden hebben een eigen focus, doelgroep en dynamiek, maar zijn organisatorisch (o.a. via personen) wel verweven.

Dutch Digital Delta (DDD)

DDD heeft als doel om binnen haar PPS-en en initiatieven innovaties met ICT te realiseren en die te verspreiden over alle sectoren. De bijbehorende actieagenda's (topkennis en innovatie, human capital) vallen onder de verantwoordelijkheid van het Team ICT. In de KIA ICT 2018-2021 zijn vijf speerpunten benoemd: artificiële intelligentie & autonome systemen, big data, blockchain, cyber security en complexe systemen. Daar vindt onderzoek op plaats, mede gefinancierd door NWO. Het thema digitalisering beperkt zich nu nog enkel tot de topsector Creatieve Industrie.

Smart Industry

De Smart Industry organisatie (team + bureau) richt zich op het inspireren, stimuleren en ondersteunen van maakbedrijven om de explosieve groei van nieuwe technologieën en digitalisering tot te passen voor nieuwe business kansen. Het beschikt over diverse tools (o.a. scans, digitaal loket) en werkt nauw samen met regio's aan de ontwikkeling van het innovatie landschap (pag. 30). Daarin vormen ruim 30 fieldlabs en 5 regionale *Digital Innovation Hubs* samen het kloppend hart. De implementatieagenda uit 2018 voorziet in de uitbouw van het instrumentarium.

6.2.2 Chemie

Hoewel de topsector chemie diverse keren opnieuw is georganiseerd (van Regiegroep Chemie tot topteam en *leading technological institutes* tot TKI Chemie) blijven drie stromingen door de jaren heen goed herkenbaar. Die stromingen 'beschikken' ieder over een aantal PPS-en voor toegepast en fundamenteel onderzoek, een eigen -doch vaak onderling gedeelde- achterban en meerdere instanties, zoals de *communities of innovation*, die de samenhang van het veld versterken.⁷

Materiaaltechnologie

Onderzoek, ontwikkeling en toepassing van innovatie materialen. Denk aan slimme eigenschappen zoals zelfhelend, combinatie sterk & lichtgewicht, supergeleidend, geschikt voor dynamische 3D-printtechnieken t.b.v. gepersonaliseerde producten, etc.

Stakeholders (niet uitputtend)

DPI: The Polymer Research Platform, Brightlands Chemelot Campus/ Materials Center, ARC CBBC, roadmaps 'Chemistry of Advanced Materials' en (deels) 'Chemistry of Life', NIOK/VIRAN, GreenPAC, TNO, iLAB Biobased Products, (vrijwel) alle topsectoren, etc.

Procestechnologie

Onderzoek, ontwikkeling en toepassing van nieuwe en betere productieconcepten voor industriële procesinstallaties. Denk aan gasscheiding en -behandeling, droging en ontwatering, *advanced process control*, procesintensivering en -engineering, etc.

Stakeholders (niet uitputtend)

ISPT, Biotech Campus Delft, roadmaps 'Chemical Conversion, Process Technology & Synthesis' en (deels) 'Chemical Nanotechnology & Devices', TNO, NIOK/ VIRAN, iLAB Utrecht, VoltaChem, topsectoren energie/ agri&food/ BBE/ LSH/ water, etc.

Detectie- en meettechnologie

Onderzoek, ontwikkeling en toepassing van nieuwe en betere detectie-/meetmethoden en apparatuur. Denk aan het analyseren van de chemische samenstelling, structuur en morfologie van *ill-defined pluriform materials*, gesynthetiseerde moleculen, etc.

Stakeholders (niet uitputtend)

TI COAST, Brightlands Chemelot Campus, Innovation Lab Chemistry Amsterdam (ILCA), PPS 'Evidence based sensing', roadmaps 'Chemistry of Life' en 'Chemical Nanotechnology & Devices' (beiden deels), TNO, topsectoren LSH/ agri&food/ water/ energie, etc.

⁷ Binnen de Topsector Chemie verenigen en vertegenwoordigen Communities of Innovation (COI's) bedrijven en kennisinstellingen voor een chemische discipline. Op dit moment zijn COAST (analytische chemie), ISPT (procestechnologie) en NIOK/VIRAN (katalyse) de COI's in de topsector chemie. Zie verder: www.topsectorchemie.nl

6.3 Doorkijk raakvlakken

Een initiële koppeling tussen de observaties met betrekking tot relevante ontwikkelingen per kwadrant en de geschetste kennisvelden leidt tot de volgende raakvlakken.



Single Firm | Product: digitalisering van de ontwerp- en synthesefase, de noodzaak van slimme detectie- en meetmethodieken en *advanced products* werden benoemd als kansen. Bedrijven omarmen vooral het eerste onderwerp vanuit optimalisatie-oogpunt; (kleine) verbeteringen aan bestaande producten vinden plaats achter gesloten deuren. Ontwikkelmogelijkheden liggen bij detectie- en meetmethoden als ook bij smart products (raakvlak intelligent chemical industry).

- ✓ Voor het boosten van de bedrijfsinterne ontwikkelingen is verwijzing naar het Smart Industry kennisveld interessant; inzet op meet-/detectietechnologie en materiaaltechnologie versnelt de ontwikkeling van het enabling *smart chemical sensing & analysis* en smart products.

Multiple Firms | Product: aandacht voor de optimalisatie -via smartification- van de supply en demand chain is er bij chemiebedrijven. Wel gaat dat over het *hoe* in de keten: het *wat* is minder prominent in beeld. De overgang naar een circulaire economie maakt dat dit thema aan urgentie zal winnen. Materialen en detectie-/meetmethoden die continu meten, analyseren en ingrijpen mogelijk maken zijn noodzaak. Die thema's bieden kansen op verbinding en ontwikkeling.

- ✓ Inzet op meet-/detectietechnologie versnelt de ontwikkeling van *smart chemical sensing & analysis*, benodigd voor het continu meten en analyseren van 'verontreinigde' grondstoffen. Inzet op materiaaltechnologie helpt de *traceability* van materialen over de keten vergroten.

Single Firm | Factory: het thema predictive maintenance staat hoog op de lijst bij veel grote(re) chemiebedrijven. Ferme stappen worden gezet, zowel individueel als binnen PPS-verband. De volgende doorbraak lijkt digital twinning te worden: een virtuele kopie van een fysieke installatie. In de SI-roadmap wordt de chemie opgeroepen om hieraan mee te doen. Ook het andere thema (slimme en/of gedigitaliseerde productieconcepten) biedt mogelijkheden voor samenwerking.

- ✓ Om predictive maintenance te boosten is verbinding met het Smart Industry veld (digital twinning) en inzet op meet-/detectietechnologie (sensors) nodig. Het *production concepts* thema behoeft inzet op procestechnologie én betere verbinding in het chemie ecosysteem.

Multiple Firms | Factory: het thema digitale samenwerking en innovatie ecosystemen wint aan interesse in de chemie. Enerzijds wordt dat geconcretiseerd in termen van digital partnerships, anderzijds in het *cross-sectoraal* verbinden van assets op basis van industriële symbiose. Digitale technieken spelen een cruciale rol in het versnellen van die samenwerking, maar vraagt wel dat de ICT-randvoorwaarden goed geregeld zijn; het Smart Industry bureau zet daar al stevig op in.

- ✓ Voor het boosten van digitale samenwerking tussen (assets van) verschillende bedrijven is inzet op procestechnologie nodig om industriële symbiose te identificeren verbinding met het Smart Industry veld, ten aanzien van de IT-randvoorwaarden, wenselijk.

7 Conclusie en aanbevelingen



Het doel van de quickscan was een eerste verkenning van noodzakelijke innovaties op het gebied van de smart chemical industry. De verworven inzichten zouden de basis moeten leggen voor een nieuw PPS-programma dat zou kunnen starten in 2019/2020. De praktijk wees uit dat, hoewel de scan was afgebakend, het creëren van een gezamenlijk beeld ten aanzien van het onderwerp de eerste uitdaging was. Informatie is daartoe verzameld, gebundeld en iteratief bediscussieerd. Dat leidde (o.a.) tot het onderscheid tussen de smart chemical industry, *intelligent chemical industry* en *smart chemical business*. Daarbij is steeds oog geweest voor wat hype-proof zou zijn in de chemie: de no-nonsense cultuur in deze procesindustrie met veel aandacht voor innovatie, veiligheid en duurzaamheid maakt dat een kreet als 'doorpakken op blockchain' zonder onderbouwing geen draagvlak zou krijgen. En juist dat draagvlak is essentieel om tot een nieuwe PPS te komen. Dit rapport beoogt, door het overzichtsbeeld dat het verschaft, de onderlegger te zijn voor de discussies die daartoe leiden. Een set conclusies en aanbevelingen tot besluit:

1. Verdiepen en beleggen

Een volgende stap naar een PPS-programma is het uitdiepen van een aantal aangestipte punten, zowel op het vlak van technologische als niet-technologische (sociaal, business) innovatie. Het gaat daarbij om concrete, hands-on verdiepingen (diepte in plaats van breedte).

Technology roadmap

De huidige quickscan geeft aanleiding om een aantal enabling technologiegebieden vanuit een chemieoogpunt (!) nader te verkennen. Het gaat dan om digital twinning als bouwsteen voor predictive maintenance en *smart chemical sensing & analysis* als essentieel ingrediënt voor de smartification van de materialiteit in de sector als ook de bredere transitie naar een circulaire economie. Wat betreft onderwerpen als additive manufacturing, IT-randvoorwaarden (vgl. cyber security, standaardisatie/ ontologie en data-eigendom) en industrial robotics wordt aangeraden vooral te verdiepen op basis van bronnen en initiatieven die al beschikbaar zijn (zie punt 2).

Intelligent en business

De begrippen *intelligent chemical industry* en *smart chemical business* zijn in deze quickscan kort aangestipt. Beide termen representeren echter grote onderzoeksvelden. De intelligent chemical industry sluit aan bij wat de chemie al jaren doet: andere sectoren helpen innoveren. De vier TKI-programmaraden zijn dé plek om (pre-competitieve onderzoek i.h.k.v.) de intelligent chemical industry verder vorm te geven; idealiter in cross-sectorale verbinding met andere topsectoren als HTSM, energie, agri&food en ICT (Dutch Digital Delta). Het onderwerp *smart chemical business* is, gezien het praktische en bedrijfskundige karakter, wellicht te beleggen bij hogescholen.

Social skills en smart working

Het bestuderen van het veld 'social skills en smart working' behoorde niet tot deze quickscan. Op dit gebied lopen op dit moment meerdere initiatieven (binnen de Human Capital agenda, vanuit het Smart Industry programma, bij provincies/ hogescholen, etc.). Het is van groot belang dat er

enerzijds een overzicht komt, anderzijds dat relevante inzichten geregeld teruggekoppeld worden aan de verdiepingen op technologiegebied, zoals o.a. gebeurt in de lopende Social Dialogue van ECEG en IndustriALL (werknemers moeten het ook kunnen; pag. 8).



2. Verbreden en verbinden

De huidige industriële revolutie is een fenomeen dat impact heeft op een heel ecosysteem. Alle partijen krijgen er mee te maken. In de bestudeerde bronnen voor de quickscan werd de adoptie van smart technologies vooral gelinkt aan grote chemieconcerns en *born-digital* chemie startups. Het MKB als ook analyses voor verknoping op ecosysteemniveau ontbraken grotendeels.

Praktische routing voor het MKB

Het midden- en kleinbedrijf is met ruim 2200 bedrijven een essentiële bron van innovatie voor de chemische industrie. In tegenstelling tot grote(re) chemiebedrijven zijn zij niet bij machte om een complete afdeling vrij te maken om te werken aan smartification van het bedrijf. Investerings in smart technologies moeten bij hen in 1x raak zijn -en beslissingen worden vaak genomen op basis van een beperkte verkenning van de mogelijkheden. Om die tijdbegrensde exploratie/exploitatie zo optimaal mogelijk uit te voeren -en geen tijd verloren te laten gaan aan zoeken- is het cruciaal om ondersteuningsmogelijkheden overzichtelijk aan te bieden. Met andere woorden: een smart chemical industry 'wegenkaart' waarop MKB-ers zelf hun route kunnen uitstippelen is wenselijk.

Gemeenschappelijke Smart Industry strategie

De topsector chemie heeft een uitgebreide innovatie infrastructuur, waarmee het traject van idee tot product is afgedekt. Ook de (metaal)elektro sector beschikt, mede dankzij de inspanning van het Smart Industry bureau, over een uitgebreid netwerk van fieldlabs en hotspots (pag. 30). Om de transitie voor chemiebedrijven te versnellen is wenselijk dat beide netwerken actief met elkaar verbonden worden. Daarin zouden de inhoudelijke chemie stromingen en bestaande communities (pag. 24) kunnen dienen als *backbones* voor cross-sectorale verbinding én routing.

3. Informeren en luisteren

De introductie van de sustainable development goals door de VN markeert de overgang naar een wereld waarin sociale en duurzame belangen minstens zo zwaar wegen als economische groei. In navolging daarop gaf de Europese Unie bijvoorbeeld al aan dat de SDG's de kern vormen van de opvolger van het huidige Horizon2020 programma (pag. 15).

Interactie met de maatschappij

De opkomst van iedere industriële revolutie is gepaard gegaan met tegenstellingen op sociaal vlak. Bij de huidige technologische kentering is dat niet anders: de komst van robots kost *gewone* mensen hun baan en robots zijn gevaarlijk vs. banen worden interessanter en de krapte op de arbeidsmarkt wordt minder (pag. 11). En zo zijn meer voorbeelden van verschillen in duiding te noemen (o.a. op gebied van artificial intelligence, big data). Het bewust omgaan met die tegenstellingen en proactief op zoek gaan naar gezamenlijke antwoorden is volgens Schwab (2017) dé manier om als sector succesvol te kunnen (blijven) opereren in de toekomstige maatschappij.

Bronnenlijst



Gerefereerde bronnen

BOOST (2017), Stand van zaken BOOST: Update juni 2017 [presentatie];
CEFIC (2017), Digitization within the Chemical Industry [presentatie];
DFKI (2011), Im Fokus: das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Handlungsempfehlungen zur Umsetzung [presentatie];
Elsevier (2017), Industry 4.0: How Chemical Manufacturers Can Rise to the Challenges;
EU (2018), Implementing the Sustainable Development Goals through the next Multi-Annual Financial Framework of the European Union;
EY, (2017), Industrie 4.0 in chemistry;
TPA i.o.v. EZK/ RVO (2018), Verkenning Groeimarkten en CO₂-reductie in de industrie: Focus op ICT toepassingen (digitalisering) en elektrische aandrijvingen;
KPMG, (2016). Zeit zum Aufblühen: studie zur digitalen transformation der chemischen industrie;
NWO (2017), NWO-bijdrage Topsectoren 2018-2019;
Roland Berger, (2015). Chemicals 2035, gearing up for growth: How Europe's chemical industry can gain traction in a tougher world;
Schwab, Klaus M. (2017), The Fourth Industrial Revolution;
Smart Industry (2018), Smart Industry Roadmap: Onderzoeksagenda voor HTSM en ICT en routekaart voor de NWA;
Team ICT (2007), KIA ICT 2018- 2021;
Team Smart Industry (2018), Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021;
VCI/ Deloitte (2017), Chemie 4.0: Wachstum durch Innovation in einer Welt im Umbruch;
VNCI (2018), Chemistry for Climate: Acting on the need for speed;
Whitesides, George M. (2015), Reinventing Chemistry;
World Economic Forum/ Accenture (2017), Digital Transformation Initiative: Chemistry and Advanced Materials Industry;

Geraadpleegde bronnen

Accenture (2014), Circular Advantage Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth;
AG Chemi Group (2018), The five emotions of chemical industry 4.0: Shock, denial and awe;
ARC Advisory Group (2017), Industrie 4.0 in the Chemical Industry;
ARC Advisory Group (2017), Industrie 4.0: What Does It Mean for Chemical Companies;
AT Kearney, (2012), Chemical Industry Vision 2030: A European Perspective;
BASF (2017), BASF Factbook 2017: information for investors and analysts;
BASF (2017), Ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Leistung;
Camelot (2017), How to profit from digital transformation in the chemical industry;
CEFIC (2016), Digitization in the Chemical Industry [presentatie];
CEFIC (2018), Landscape of the European Chemical Industry [presentatie];
Chemanager-online (2018), Transformation of the Chemical Distribution Industry;

Dechema (2016), Digitalisierung in der chemie industrie;
 Deloitte (2017), Digital Transformation: Are Chemical Enterprises ready?
 Deloitte Consulting (2016), Chemicals 4.0: Industry digitization from a business-strategic angle;



Deloitte University Press (2016), Industry 4.0 and the chemicals industry: catalyzing transformation through operations improvement and business growth;
 Ecofys & Berenschot (2018), Chemistry for Climate: Acting on the need for speed;
 Elsevier (2017), Industry 4.0: Top Challenges for Chemical Manufacturing;
 European Petrochemical Association (2018), Digitisation in the Petrochemical Supply Chain;
 Evonik (2017), Digitalization to transform the creative power of specialty chemicals;
 EY (2017), Chemicals Trends Analyzer;
 EY (2017), Industrie 4.0 in chemistry: Plenty of opportunities, but none of them come for free;
 Frost & Sullivan (2016), Data-Driven Outcomes: How the Internet of Things is Driving Digital Transformation in the Chemicals Industry;
 Fraunhofer (2017), Digitalisierung und Arbeitswelt in Chemie und Pharma Baden-Württemberg;
 Futurum (2017), Beschleunigung der digitalen transformation in der chemie industrie;
 Jonker (2018), Circulair Organiseren: werkboek voor het ontwikkelen van een circulair businessmodel, (2018);
 Lünendonk (2016), Smart Factory – Wie die Digitalisierung Fabriken verändert;
 PWC (2016), Industry 4.0: Building the digital enterprise: chemicals key findings;
 Roland Berger (2015), The digital transformation of industry;
 Roland Berger (2016), Master the Maze: Formulating a winning digital strategy in chemicals;
 SAP (2014), CEO Perspective: The Internet of Things for Chemicals: top priorities to build a succesful strategy;
 SAP (2017), Accelerating Digital Transformation in the Chemicals Industry;
 Sikich (2016), Why industry 4.0 is imperative for the chemical manufacturer;
 Smart Industry (2018), Implementatieagenda 2018- 2021: Dutch industry fit for the future;
 The European Files (2017), Industry 4.0: the new industrial revolution for Europe: Industry 4.0, a strong lever to create the Chemical Plant of the Future;
 VCI (2016), Die zukunft im Blick: Wachstumschancen für die deutsche Chemie bis 2030;
 VCI (2016), Die deutsche chemische industrie 2030 [update];
 VCI (2016), Perspektiven für Weltwirtschaft und Industrie bis 2030;
 VCI (2018), Industriepolitik: Chancen von Chemie 4.0 für starken Standort nutzen.

Landkaart innovatieve hotspots: chemie en metaalelektronica

Topsector Chemie

De Topsector Chemie heeft sinds de presentatie van het businessplan 'Sleutelgebied Chemie zorgt voor groei' (Regiegroep Chemie, 2006) geïnvesteerd in haar innovatie infrastructuur. Het resultaat is dat het traject van idee tot product enerzijds volledig is afgedekt met *fysieke* locaties zoals (o.a.) Centers of Expertise, Centra voor Innovatief Vakmanschap/ RIFs, Innovation Labs, Chemieclusters, Centres for Open Chemical Innovation (zie links) - en anderzijds *virtuele* initiatieven kent gericht op onderzoek & ontwikkeling, zoals (o.a.) Communities of Innovation, vier programmalijnen en publiek-private gremia zoals het Polymer Research Platform (voortzetting DPI) en VoltaChem.



bron: www.vnci.nl/Content/Files/file/Downloads/VNCI_A4_handout_HR2-LANDKAART.pdf

Smart Industry

Het consortium met o.a. de KvK, FME, TNO en het Ministerie van Economische Zaken bouwt sinds de lancering in 2014 bottom-up aan het innovatie landschap voor de (metaal-)elektro sector. De belangrijkste hotspots zijn de 32 fieldlabs. Binnen deze 'praktijkomgevingen' waarin bedrijven en kennisinstellingen nauw samenwerken' staan vaak één Smart Industry onderwerp centraal. Denk bijvoorbeeld aan het Fieldlab Industriële Robotica bij AWL in Harderwijk. Daarnaast werkt het Smart Industry bureau hard aan de installatie van regionale SI-hubs die fungeren als eerste landingsplaats voor MKB-bedrijven. Zo kent Oost-NL het publiek-private netwerk BOOST dat deze rol vervult en is SMITZH het loket in de provincie Zuid-Holland.



bron: www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-Fieldlabposter-A2-2018-NL-LR.pdf

NB: het fieldlab Campione (condition-based maintenance) staat op beide kaarten.



Onze contactgegevens

KplusV

Vestiging Arnhem

Postbus 60055
6800 JB Arnhem
Westervoortsedijk 73
6827 AV Arnhem
T +31 (0)26 355 13 55

Vestiging Amsterdam

Postbus 74744
1070 BS Amsterdam
Science Park 402
1098 XH Amsterdam
T +31 (0)20 669 90 66

E info@kplusv.nl

I www.kplusv.nl



Thema's



Over KplusV

Wie we zijn

Wie betrokken is, wordt betrokken. Dat zien we bij KplusV elke dag. Opdrachtgevers en initiators weten ons te vinden. Voor gedegen adviezen. Voor onze kennis van zowel de publieke sector als het bedrijfsleven. Voor onze ervaring met innovatieve projecten. En voor onze ondernemersmentaliteit. Vaak nemen we zelf het initiatief om partijen bij elkaar te brengen. Want we houden van aanjagen en van resultaat.

Wat we doen

We verbinden mensen en mogelijkheden. Daar zijn we goed in. We laten publieke organisaties en bedrijven excelleren, zodat ze het beste uit zichzelf en elkaar halen. Verbinden als middel, niet als doel. Met als gevolg slimme oplossingen die betekenisvol zijn voor maatschappij en opdrachtgevers. Je vindt ons overal waar mogelijkheden en ambities bij elkaar komen. Bij de publieke sector die voor maatschappelijke uitdagingen staat. Bij ondernemingen met strategische en operationele vraagstukken. Bij organisaties in transitie.

Hoe we verbinden

In ieder geval altijd informeel en collegiaal. Maar met een enorme drive om projecten te laten slagen. Met inspirerende initiatieven en goede ideeën. Als adviseur, kwartiermaker, programmamanager of gids... Zolang het maar slaagt. We denken, durven en doen. Die houding maakt ons tot een modern, no nonsens kennisbedrijf. Flexibel, innovatief en resultaat-gedreven. Aantoonbaar.

En waarom we dat doen

Onze kracht schuilt in onze aanpak: een stevige mix van bedenken, verbinden en doen. Partijen en middelen succesvol bij elkaar brengen. Liefst in een publiek-privaat ecosysteem. Omdat dat mogelijkheden biedt om structureel en langdurig waarde te creëren die je niet alleen kunt bereiken. Wij werken er al sinds 1984 mee. En onze ambitie is daarin marktleider te blijven. Want zo leveren en ervaren we elke dag de toegevoegde waarde ervan. Bij onze projecten, bij onze opdrachtgevers, in de samenleving en bij onszelf... KplusV initieert, adviseert, verbindt en realiseert. Nu en in de toekomst.

