

# Chemische industrie in zwaar weer, maar Zeeland heeft de paraplu!

Tendrapport

---

HZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

10-6-2019



**ACADEMIE**  
ECONOMIE &  
MANAGEMENT

# CHEMISCHE INDUSTRIE IN ZWAAR WEER, MAAR ZEELAND HEEFT DE PARAPLU!

## TRENDRAPPORT

MANUEL BAGOURAKIS  
TIM BOSCHMA  
FRANCINE GOUGH  
SVEN KLAPWIJK  
JOSHUA DE WEVER  
MIKE VAN ZWEEDEN  
TWEDE JAAR COMMERCIELE ECONOMIE  
HZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
10-6-2019  
EDISONWEG 4, 4382 NW VLISSINGEN

# VOORWOORD

Meer dan ooit te voren schieten technologische ontwikkelingen als paddenstoelen uit de grond. En dit allemaal in een snel veranderend politiek klimaat, zo komt een No-deal van de Brexit angstaanjagend dichtbij, worden milieu maatregelen steeds ingrijpender en wordt de invloed van de BRIC-landen op de Zeeuwse industrie met de dag groter. Redenen genoeg om de gevolgen van deze ontwikkelingen voor de chemische industrie nader te bekijken. In Zeeland is hier nog beperkt onderzoek naar gedaan, des te interessanter is het om te kijken hoe de Zeeuwse bedrijven hier op in kunnen spelen.

Dit onderzoek is uitgevoerd door zes tweedejaars studenten van de opleiding Commerciële Economie aan de HZ University of Applied Sciences, in opdracht van Hans Dekker van Kenniscentrum Ondernemen & Innoveren en Dockwize. Wij hebben ons gedurende tien weken volledig verdiept in de markt en middels deskresearch hebben we zes kenmerkende trends in de markt weten te onderscheiden. Aan de hand van deze trends hebben we vervolgens met kwalitatief onderzoek de Zeeuwse invulling blootgelegd. Door interviews af te nemen met werknemers met verschillende functies en ondernemers werkzaam bij chemische bedrijven in Zeeland hebben we kansen en bedreigingen kunnen ontdekken.

Wij zien dit rapport als een kans voor ondernemers om meer te weten te komen over toepassingen van trends op lokaal niveau. En hopen dat u hier gebruik van zal maken.

*Manuel Bagourakis*

*Tim Boschma*

*Francine Gough*

*Sven Klapwijk*

*Joshua de Wever*

*Mike van Zweeden*

*Tweedejaars Commerciële Economie*

# INHOUDSOPGAVE

<b>CHEMISCHE INDUSTRIE IN ZWAAR WEER, MAAR ZEELAND HEEFT DE PARAPLU!</b>	<b>1</b>
<b>VOORWOORD</b>	<b>2</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>3</b>
<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
Wat staat er niet in?	5
Wat kan je met deze trends?	5
<b>WAT IS BIG DATA EN HOE WORDT HET INGEZET IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE?</b>	<b>6</b>
De invloed van industrie 4.0 op de chemische industrie	6
Nederland loopt voor	7
Hoe zit dat in Zeeland?	7
<b>DE MOGELIJKHEDEN VAN ROBOTS IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE</b>	<b>9</b>
<b>INTERNATIONAAL GROTE VERSCHILLEN IN ARBEIDSMARKTEN TE ZIEN</b>	<b>12</b>
Opkomende problemen, met een oplossing?	12
<b>INVLOED VAN DE BRIC-LANDEN OP DE CHEMISCHE INDUSTRIE</b>	<b>14</b>
Brazilië:	14
Rusland:	14
India:	14
China:	14
Kansen en bedreigingen van de BRIC-landen op nationale schaal	15
Brazilië	15
Rusland	15
Belangrijkste importproducten uit Rusland	15
Import organische chemische producten Rusland	15
India	15
China	16
<b>HET ONDERWERP VAN DE WERELD: HET MILIEU</b>	<b>18</b>
Hoe milieu en duurzaamheid een belangrijke rol spelen in de chemische industrie	18
De opkomst van vervuiling	19
Het globale probleem: plastic	19
Hoe kijkt de Nederlandse chemische industrie naar het milieu?	20
De uitstoot van de chemische industrie in Nederland	20
Het klimaatakkoord	20
Productie en investeringen in de chemische industrie	21
Milieu Zeeland	22
<b>DE GLOBALE ONTWIKKELING VAN INNOVATIE IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE</b>	<b>23</b>
Fusies en overnames	23
Nanotechnologie	23
Green ICT	23
Quantum Computing en het Quantum internet	24

Innovatie Nationaal	25
Innovatie Nederland	25
Overnames en fusies	25
Industrie	25
Green ICT & TNO	26
<i>Quantum computing en het Quantum internet</i>	26
Nanotechnologie	27
Innoveert Zeeland net zo snel als de rest van de wereld?	29
Fusies en overnames	29
Nanotechnologie	29
Green ICT	29
Quantum computing en het Quantum internet	30
<b>NO-DEAL BREXIT LIGT OP DE LOER</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIE</b>	<b>32</b>
Key takeaways:	32
<b>BRONNENLIJST:</b>	<b>33</b>

# INLEIDING

Dit trendrapport behandelt zes grote trends op internationaal, nationaal en provinciaal niveau. In eerste instantie zal een trend internationaal behandeld worden, vervolgens op nationaal niveau en uiteindelijk zal een beeld van de situatie in Zeeland geschetst worden met betrekking tot de trend. Elke trend is op deze manier verwerkt in het rapport, met uitzondering van de mogelijkheid van een no-deal Brexit. Zoals eerder benoemd zijn de paragrafen met betrekking tot Zeeland versterkt met quotes uit de afgenomen interviews.

## WAT STAAT ER NIET IN?

Muurvaste conclusies. Weliswaar zijn de conclusies die zijn getrokken op internationaal en vooral nationaal niveau hoogst waarschijnlijk correct, doordat gewichtige bronnen zijn gebruikt zoals het CBS en de Rijksoverheid. De informatie die uit interviews met Zeeuwse werknemers in de chemische industrie komt, is wellicht niet representatief voor alle bedrijven. Het is dus belangrijk om de conclusies te interpreteren als adviezen en niet als feiten.

## WAT KAN JE MET DEZE TRENDS?

In eerste instantie natuurlijk op de hoogte blijven. Over de zes kenmerkende trends is veel informatie vergaard en hiermee kunnen ondernemers goed kijken wat er speelt in hun sector. Verder kunnen ondernemers de gewonnen informatie wellicht toepassen op hun bedrijf. De trends zijn behandeld met ondernemers in de chemische industrie in gedachten, dus bij elke behandelde trend wordt ook gesproken over kansen en bedreigingen voor die ondernemers.

# WAT IS BIG DATA EN HOE WORDT HET INGEZET IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE?

Volgens Higgins (2019) is de opkomst van 'Big data', 'The Internet of Things' en 'Industry 4.0' verantwoordelijk voor grote veranderingen in de chemische industrie. Het is essentieel dat bedrijven binnen de chemische industrie zich aanpassen aan deze trends en het in hun voordeel gebruiken, want er zijn geweldige kansen om processen enorm te verbeteren.

Doordat de data in enorme hoeveelheden wordt verkregen is het nogal moeilijk om de bruikbare, belangrijke gegevens boven water te halen. Dit is een uitdaging voor elk bedrijf in de chemische industrie. Er zijn tal van bedrijven die nu met allerlei data zitten en niet weten hoe ze het optimaal kunnen benutten, concludeert Higgins (2019).

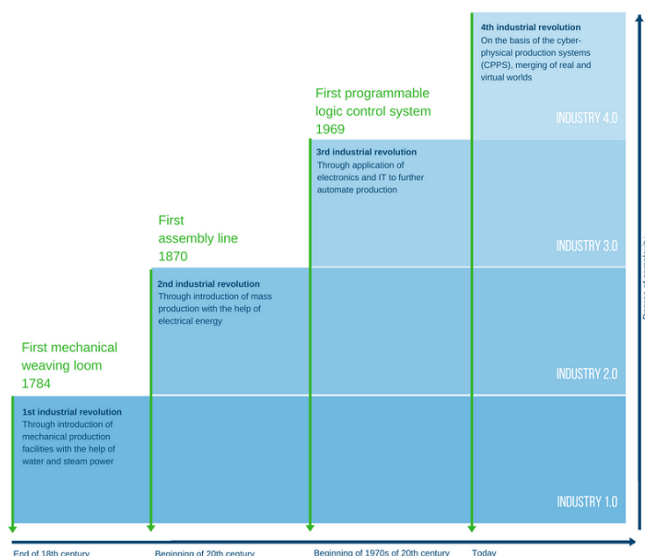
Deze data wordt verkregen door sensoren en 'measurement systems'. Deze sensoren worden bijvoorbeeld gebruikt op turbines en compressoren om te kunnen voorspellen op welk moment een machine stuk zal gaan. Deze data wordt dan gebruikt zodat de nodige vervangingen op tijd kunnen plaatsvinden.

## DE INVLOED VAN INDUSTRIE 4.0 OP DE CHEMISCHE INDUSTRIE

De vierde industriële industrie, ook wel Industrie 4.0 genoemd, is momenteel ook in de chemische industrie in volle gang. Om Industrie 4.0 te begrijpen is het belangrijk om te weten wat er plaatsvond in de derde industriële revolutie en wat het Internet of Things (IoT) inhoudt.

*"Het Internet of Things (IoT) heeft industrie 4.0 mogelijk gemaakt."  
(Bernard, 2018)*

Dit houdt in dat steeds meer apparaten verbonden zijn aan het internet en dus met elkaar kunnen communiceren. In 1950-1970 vond de derde industriële revolutie plaats. Toen is de grondlegging voor de vierde gelegd met de inbreng van informatietechnologie. Industrie 4.0 bouwt hierop verder met 'smart devices'. Deze smart devices verzamelen zelf ongelooflijk veel data die toegepast wordt om de processen zo goed mogelijk te optimaliseren. Dit leidt tot 'smart factories'.



Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment. (2017, 8 januari)

Natuurlijk spelen 'smart factories' ook een enorme rol in de chemische industrie. Het belangrijkste wat de chemische industrie moet beseffen tijdens deze 'industriële revolutie', is dat bedrijven niet klaar zijn na een eenmalige verandering. Ondernemers zullen met hun bedrijven industrie 4.0 op de lange termijn in de armen moeten sluiten om optimaal van de mogelijkheden te kunnen profiteren en de competitie voor te blijven.

De scheiding tussen fysieke en digitale werkplekken wordt steeds nauwer, aldus Altham (2017). 'Smart factories' zijn al verschenen in de chemische industrie. Maar de reactie is niet altijd even positief. Veel bedrijven zijn bang om met big data te werken. Deels omdat ze niet weten hoe ze het goed kunnen toepassen en deels omdat ze bang zijn dat de data zou kunnen lekken naar andere partijen. Aan de andere kant biedt het kansen om veel geld te besparen en productiviteit te vergroten. Zoals bijvoorbeeld bedrijven die sensoren op machines plaatsen om te traceren wanneer deze problemen krijgt die zorgen dat het productieproces vertraging op loopt. Is dit het geval, dan wordt de manager door de sensor automatisch op de hoogte gebracht door een notificatie van een app op hun mobiele telefoons.

## NEDERLAND LOOPT VOOR

In Nederland zijn er voor de chemische industrie enorme kansen en bedreigingen die komen kijken bij het juist inzetten van 'Data-Driven Decision Making'. Sterker nog, uit recent onderzoek (ABN Amro, 2016) blijkt dat de chemische industrie in Nederland samen met Duitsland één van de voorlopers op het inzetten met 'smart devices' en gebruik van big data is. Dus de eerder benoemde toepassingen van big data worden ook ingezet in Nederland. Een ander voorbeeld is bij DOW Chemical goed terug te zien. Sensoren worden dagelijks gebruikt om bijvoorbeeld temperatuur, vochtigheid en licht te meten voor duizenden producten per dag. Aan de hand van deze data worden afwijkingen meteen inzichtelijk en kan er snel gehandeld worden (Wadyalkar, 2018).

Een obstakel is wel dat er nogal een cultuurverschil zit tussen IT- en industrie werknemers. Dit belemmert de samenwerking en dus ook effectieve, juiste inzet van big data in de chemische industrie. Dit komt doordat de instelling van deze twee groepen fundamenteel anders is. Ze begrijpen elkaars werk en werkomgeving niet goed en hebben elk een ander idee van succes. Het is dus niet al te makkelijk om mensen te vinden die beide werelden snappen, waardoor het inzetten van big data moeizamer gaat.

Deze real-time inzichten zijn van groot belang om te kunnen blijven concurreren. Vooral op internationaal niveau kunnen bedrijven hun voordeel doen met big data. De prijzen van grondstoffen zijn natuurlijk niet zomaar te beïnvloeden, maar de processen in het bedrijf dus wel.

## HOE ZIT DAT IN ZEELAND?

*"Do they use data? Information? Yeah they do. Trillions of books worth. The amount of information that our company or other chemical companies have stored on servers is huge. Big time. They use a lot of data. And they use it for studies and to make decisions."*  
**Chemische Ingenieur**

Ze maken in Zeeland dus inderdaad ook gebruik van big data. Kenmerkend was dat verschillende vaklieden bekend waren met de termen en ook nog eens een aantal van de toepassingen wisten. Dat is een goed teken voor de voortgang in het gebruik van 'Data-Driven Decision Making' in de chemische industrie.



Hoeveel iemand er vanaf weet en hoe goed iemand ermee kan omgaan hangt natuurlijk af van de rollen van de werknemers.

*“The people that write the code? You have people that modify it and people that just use it. You have operators that work with the DCS(Digital Control System). They use it to perform calculations for them. And also the DCS will warn you if there’s too much fluid in a tank. At some level the DCS says: You have a high level, operator you need to do something about it. And if he doesn’t then it will shut down the process because the operator didn’t take care of this problem and it won’t overthrow the tank. Otherwise we could have a spill and we don’t like spills, see?”*

**Chemisch Ingenieur**

Ook laat dit zien dat het heel belangrijk is om kennis te hebben op het gebied van big data om bij te blijven in de chemische industrie in Zeeland. Verder laat deze quote ook gelijk zien hoe het ingezet kan worden voor veiligheidsmaatregelen. Op dit vlak worden er in Zeeland zowel tussen bedrijven onderling als tussen bedrijf en overheid samengewerkt. Er wordt dus data gedeeld om ervoor te zorgen dat er in de chemische industrie in zijn algemeenheid minder ongelukken gebeuren en elk bedrijf is voor dat doeleind bereid om data te delen.

*“Dat is overheid plichtig, daar zijn regels voor, daar waar wij aan moeten voldoen. Ik zal maar zeggen dat doen we ook meestal met, (...) Dat is allemaal ook geautomatiseerd hoor. Met lezen doen we dat ook wel. De uitstootmeters dat luistert ook echt nauw. Dus operations doet het op z’n equipment. Operations doet het voor de uitstoot om te mogen blijven draaien, want anders zegt de overheid: “Hé jongens!”*

**Turnaround Coordinator**

De overheid werkt dus niet alleen maar samen met het verzamelen en delen van data, ze nemen zelf ook nog eens strenge maatregelen om bedrijven en hun acties in de gaten te houden.

# DE MOGELIJKHEDEN VAN ROBOTS IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE

Globaal gezien komt robotisering terug in alle sectoren om de effectiviteit van processen te verhogen, in de chemische industrie komt het bijvoorbeeld terug bij de productie van rubber, plastic en dergelijke chemische producten. Dat robotisering steeds meer wordt ingezet voor onder andere processen met plastic is natuurlijk interessant voor de chemische industrie in Zeeland. Maar, hoe wordt robotisering nog meer ingezet?

Van Thienen, Clinton, Mahto, en Sniderman (2016) concluderen in recent onderzoek dat in de internationale chemische industrie robotisering ingezet wordt om twee kerngebieden te verrijken: de 'business operations' en de 'business growth'. Robotisering helpt bij het eerstgenoemde gebied door productiviteit te verhogen en risico's te verminderen. Het tweede gebied wordt gekenmerkt door het toevoegen van waarde en het genereren van nieuwe inkomsten, dit kan doordat het gebruik van robots de kwaliteit en consistentie sterk verbeterd.

Drones worden in sommige bedrijven al gebruikt om in de chemische fabrieken de werkende machines te inspecteren. Voorheen moesten deze machines uitgezet worden voor zo'n check-up omdat de machines te warm werden. Drones met camera's en sensoren lossen dit probleem op en kunnen bovendien veel meer informatie verkrijgen dan het menselijk oog.

3D-printing wordt volop gebruikt om kosten tijdens het R&D proces van bedrijven te verlagen. Hiermee kunnen ontwerpers hun ideeën perfect uitwerken om te testen of hun nieuwe ontwerp voor de machine beter werkt dan huidige machines.

## NIET ALLEEN PRODUCTIEVER, MAAR OOK VEILIGER MET TOENEMENDE ROBOTISERING

Ook op nationaal gebied speelt robotisering een belangrijke rol in de veiligheid van de werknemers van chemische bedrijven. De president van DOW Benelux, Anton van Beek, wilt er met behulp van de overheid voor zorgen dat door toepassing van robots er nul ongevallen plaatsvinden op de werkvloer. Er wordt gestreefd om dit vanaf 2030 te behalen.

Als chemisch bedrijf in Zeeland is het natuurlijk ook uiterst belangrijk om voor die veiligheid te zorgen en daar goed in te investeren. Nul ongevallen op de werkvloer maakt het bedrijf natuurlijk een stuk aantrekkelijker voor werknemers.

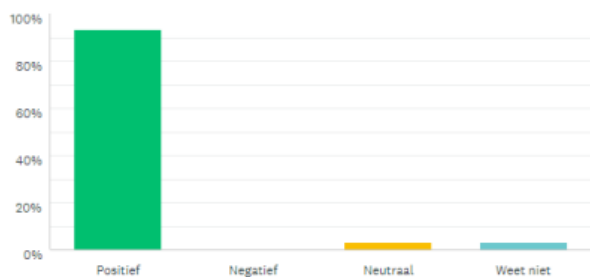
Ook interessant is dat in 2018 een kwantitatief onderzoek is uitgevoerd waar de onderwerpen digitalisering, robotisering en automatisering aan bod kwamen. 202 respondenten deden mee aan dit onderzoek, waaronder VNCI en de Koninklijke Metaalunie.

Uit dit onderzoek van MKB. (2018, september) blijkt dat meer dan 90% van de ondervraagde leden van bedrijven positief kijkt naar robotisering en dat 20% denkt dat de werkgelegenheid erdoor zal toenemen terwijl meer dan 50% verwacht dat het min of meer gelijk zal blijven.

Wat ook belangrijk is, is dat 50% van de bedrijven aangeeft de komende twee jaar sterk te gaan investeren in digitalisering, robotisering en automatisering. Verder geeft 40% aan hierin slechts een beetje te gaan investeren.

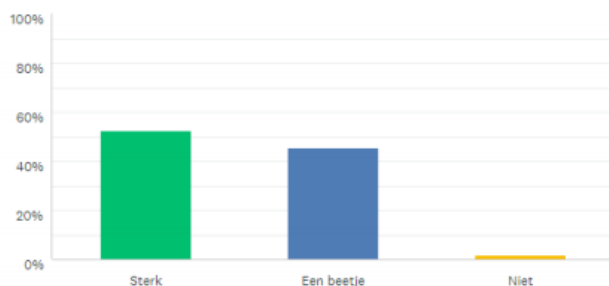
Ongetwijfeld zijn chemische bedrijven in Nederland en dus ook in Zeeland bezig met robotisering. Als een bedrijf achterloopt in robotisering zou dit ervoor kunnen zorgen dat de concurrentie hen op den duur inhaalt. Weliswaar vraagt robotisering om meer hooggeschoold personeel, maar daartegenover staat een verhoogde productiviteit en een geweldige verbetering van veiligheid.

Hoe staat u tegenover de veranderingen die digitalisering, robotisering en automatisering gaan brengen?



MKB (2018, september)

Ik zal de komende twee jaar investeren in digitalisering, robotisering en automatisering



MKB (2018, september)

Robotisering vormt een gevaar voor de werkgelegenheid in de sector en is daarom niet gewenst



MKB (2018, september)

Ook in Zeeland wordt robotisering ingezet voor toenemende veiligheid. Dit is natuurlijk geen verrassing aangezien de directeur van Dow BENELUX heeft gezegd dat hij robotisering zou inzetten voor deze doeleinden.

*“Dat er dus geen mensen in de tanks moeten dus dat er geen verstikkingsgevaar meer is. Met de robot kan je beter inzoomen en meer dingen bekijken. Dat is de nieuwste technologie, buiten staat er iemand met een joystick, je stopt de robot in de tank en die heeft dan rupsbanden en kan alles zien.”*

**Turnaround Coordinator**

Dit is al een heel mooi voorbeeld van hoe de robotisering in de chemische industrie in Zeeland ervoor zorgt dat er minder kans is op ongelukken. Door doorbraken als deze wordt het een stuk makkelijker om de veiligheid op een ‘plant’ te handhaven.

De toename in veiligheid is uiteraard al reden genoeg om in robotisering te investeren, maar mochten bedrijven deze reden niet belangrijk genoeg vinden is er altijd nog de toegenomen productiviteit. Zoals eerder benoemd zorgt robotisering ervoor dat bepaalde zaken veel sneller verlopen en ook nog eens met een hogere kwaliteit aangezien de kwaliteitscontrole steeds beter wordt.

Chemische industrie in zwaar weer, maar Zeeland heeft de paraplu!

*“Er zijn bepaalde afdelingen die met robotisering werken. Voorheen werden de korrels in zakken gedaan en met de hand op paletten gelegd. Nu komt het aan op een loopband de robot die pakt het en legt het op het palet. Het wordt automatisch gewogen de robot draait er plastic om. Vervolgens wordt het door middel van een robot verder geduwd. Ook de korrels die worden verzameld dat gaat met transportbanden waar het vroeger met vrachtwagens ging.”*

**Process Operator**

De waarheid is natuurlijk ook dat de chemische industrie competitief is, dus in feite is robotisering niet iets waar Zeeland omheen kan als het bij wilt blijven. Een nadeel van robotisering dat elders in het rapport wordt benoemd, is het mogelijke verlies van veel werkgelegenheid. Of dat het geval zal zijn in Zeeland, is voorlopig niet met zekerheid te zeggen. Maar één ding is vrijwel zeker; robotisering is te lucratief en winstgevend om links te laten liggen en het zal zich dus verder ontwikkelen in de branche en uiteraard ook steeds belangrijker worden.

# INTERNATIONAAL GROTE VERSCHILLEN IN ARBEIDSMARKTEN TE ZIEN

Kijkend naar de arbeidsmarkt voor de chemische industrie op internationaal niveau kan geconcludeerd worden dat er veel verschillen zijn. Er is bijvoorbeeld een groot contrast tussen de situatie in het Verenigd Koninkrijk en Japan. Japan worstelt met een ernstig tekort aan nieuwe arbeidskracht in Science, Technology, Engineering en Math, de STEM-velden. Wat het probleem nog erger maakt is dat het aantal mensen dat Engels spreekt in de STEM-velden daar ook ernstig tekortschiet. Volgens Matsuoka, K. (2018, 18 augustus)

In het Verenigd Koninkrijk zijn nieuwe ingenieurs en wetenschappers erg gewild, maar er is niet een ernstig tekort zoals in Japan. Toch is het aantal studenten lager dan een paar jaar geleden. Exrance, A. (2013, 27 augustus)

In de Verenigde Staten is de situatie weer anders. Daar gaat het heel goed met de chemische industrie en zijn chemische ingenieurs altijd nodig. Aan de ene kant is de arbeidsmarkt op dit moment verzadigd, maar aan de andere kant gaan momenteel veel chemische ingenieurs met pensioen. Dus in de VS is er geen tekort en lijkt de toekomst voor de chemische industrie gunstig.

In deze drie landen en vele andere landen speelt vergrijzing in de chemische industrie een grote rol. Sommige landen weten er beter mee om te gaan dan anderen. De situatie is ongetwijfeld anders in de opkomende BRIC-landen. Maar, hoe zit het in Nederland en Zeeland?

## OPKOMENDE PROBLEMEN, MET EEN OPLOSSING?

Verder kampt de industrie in Nederland met een vergrijzende industrie en een groeiend personeelstekort terwijl omzet blijft stijgen. Dit groeiend personeelstekort komt onder andere doordat de vraag naar productie voortdurend toeneemt.

In de chemische industrie is het aantal bedrijven met een personeelstekort van 2016 tot 2017 verdubbeld. Dit betekent echter dat nu 1,5% van de bedrijven een personeelstekort heeft wat relatief gezien reuze meevalt in vergelijking met andere industrieën. (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017)

Aan de andere kant is de vergrijzing in de chemische industrie wel in volle gang. Uit recent onderzoek (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2017) blijkt dat de verhouding van 45-75 jarigen in de periode 2005 van 2016 gestegen is van 38,2% naar 60,4%.

Natuurlijk speelt ook robotisering een rol in de arbeidsmarkt. Robotisering doet banen verdwijnen en andere banen verschijnen. Maar de banen die bij robotisering beschikbaar worden zijn banen waarvoor de werknemer geschoold moet zijn. Het toekomstperspectief voor laaggeschoolde arbeiders is in de chemische industrie dan ook minder positief.

Volgens de Rijksoverheid (2018) zou in 2030 de petrochemische industrie in Nederland de veiligste ter wereld moeten zijn. Dit is een gigantische taak waar robotisering voor ingezet zal worden. De petrochemische industrie bestaat nu uit 44.000 banen en zal in 2030 volgens voorspellingen 76.000 banen bevatten.

Dus het soort werk in de chemische industrie gaat veranderen, maar het aantal banen lijkt er niet onder te leiden maar juist te groeien. De vraag is dan natuurlijk nog hoe bedrijven al die geschoolde werknemers gaan vinden of trainen.

Goed nieuws, er is vraag naar meer geschoolde werknemers in de chemische industrie en die komen eraan. Met de Human Capital Agenda zal het juiste personeel voor een chemisch bedrijf vinden geen probleem moeten zijn.

Dit komt doordat de branchevereniging van de chemische industrie in Nederland samen met de topsector Chemie een Human Capital Agenda opgesteld heeft. Met deze Human Capital Agenda wordt ervoor gezorgd dat onderwijs en arbeidsmarkt goed op elkaar aansluiten. Onderdelen hiervan zijn een Arbeidsmarktmonitor, talentenprogramma's en een uitgebreid netwerk van mbo-centra en hbo-centra voor publiek private samenwerking. De VNCI doet mee op alle onderwijsniveaus in programma's. Hierin worden curriculumontwikkelingen gemaakt voor scheikunde opleidingen. Verder werkt de VNCI nauw samen met C3 (Centrum JongerenCommunicatie Chemie), hierin wordt gefocust op beroepenvoorlichting op basisscholen en voortgezet onderwijs.

*“Bij ons hebben ze een samenwerkingsverband met het ROC waar ze geschoolde mensen opleiden die ze doormiddel van stages mee laten lopen in het bedrijf. Na de stages krijgen ze dan gelijk een contract aangeboden.”*

**Process Operator**

Dit wordt ook op universitair niveau gedaan. *“Met de universiteit is er ook nog een samenwerking en dat is dan voornamelijk voor de kantoorbanen dus de hoger geschoolden. En ze willen later ook een samenwerkingsverband met de HZ in Vlissingen opzetten maar dat moet nog op poten gezet worden.”* Wat hieruit blijkt is dat de Human Capital Agenda ook een rol speelt in de afstemming tussen scholen en bedrijven in de chemische industrie in Zeeland.

Toch lijkt er in Zeeland een tekort aan chemische ingenieurs en process operators te zijn:

*“I would say that they're not extremely abundant and there is a shortage of qualified operators.”*

**Chemisch Ingenieur**

De rol van chemische ingenieurs wordt heel vaak overgenomen door werknemers met een andere opleiding die extra scholing volgen om de rol toch te kunnen vervullen. Dit betekent natuurlijk niet dat er over een algemeen tekort van werknemers in de chemische industrie kan worden gesproken. Toch is het van belang om de schaarste van zowel process operators als chemische ingenieurs in Zeeland in gedachten te houden.

Verder is de robotisering ook al erg gevorderd in de chemische industrie in Zeeland.

*“Het wonderlijke is, de techniek is zo ver vooruit dat eigenlijk om die fabriek draaiend te houden, heb jij eigenlijk niet veel meer nodig. Volledig geautomatiseerd. Alles wordt gedaan vanuit controlekamers. Dus daar zijn al weinig mensen.”*

**Turnaround Coordinator**

Tot nu toe leek het erop dat robotisering voor nieuwe banen zou gaan zorgen. Er is zelfs sprake geweest van een toename van werkgelegenheid. Maar door deze quote van iemand die werkzaam is in de chemische industrie in Zeeland lijkt het er eerder op dat er toch banen zullen gaan verdwijnen. Deze kwestie blijft voor nu dus nog onzeker.

# INVLOED VAN DE BRIC-LANDEN OP DE CHEMISCHE INDUSTRIE

De laatste jaren is er een opkomst van kansen in verschillende landen. De grootste spelers die er nu al zijn op de markt worden minder aantrekkelijk door stijgende prijzen, tekort aan personeel en tekort aan grondstoffen. Door deze problemen gaan bedrijven, vooral die willen uitbreiden, op zoek naar andere landen waar zij deze problemen niet tegenkomen. Er zijn meerdere opties voor deze uitbreidingen, maar de landen waar de meeste kansen liggen zijn de BRIC-landen.

Brazilië, Rusland, India en China, oftewel de BRIC-landen, hebben een grote groei binnen de economie in de wereld. Op basis van de sector Chemische Industrie liggen er in deze landen veel kansen voor bedrijven die willen uitbreiden of internationaal willen gaan.

## **BRAZILIË:**

In 2016 onderzocht Hodges dat de Chemische industrie in onder andere Brazilië. De industrie kende in de meer dan twee jaar durende periode sinds juni 2014 een negatieve trend. Sinds de recessie die begon aan het einde van 2014, zijn de meeste Braziliaanse chemische bedrijven erg afhankelijk geworden van leningen van banken en financiële instituties. Mede door deze ontwikkelingen werd in recent onderzoek van (Atradius, 2018) voorspeld dat de chemische sector weer gaat stijgen.

## **RUSLAND:**

Lage olieprijsen resulteren in meer vraag naar chemische producten, aangezien consumenten minder geld hoeven uit te geven aan transport en overige producten waarbij olie een rol speelt in het productieproces. Financien concludeert dat de olieprijsen sinds het begin van 2019 na een forse daling weer aan het stijgen zijn. Dit betekent, wanneer de stijging aanhoudt, er minder vraag komt naar de chemische producten in het land en de industrie zal daar de resultaten van ondervinden.

## **INDIA:**

Uit recent onderzoek (Economicstimes, 2018) blijkt dat de chemische industrie één van de snelst groeiende in de wereld is (India staat met een jaarlijkse groei van 9 procent op een 3e plek in Azië en een 6e in de wereld). Economicstimes concludeert dat deze groei hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt wordt door de groeiende vraag naar 'end-use segments' voor 'specialty chemicaliën' (chemicaliën met een hoge toegevoegde waarde die in relatief kleine hoeveelheden aan allerlei producten worden toegevoegd om de 'performance' van deze producten te verhogen (Wageningen University & Research, z.d.)).

## **CHINA:**

De Chinese chemische industrie is grootste ter wereld en groeit momenteel nog steeds. Echter blijkt uit recent onderzoek (Hong, Jie, Li, Liu, 2019) dat de groei percentages aan het stagneren zijn. Hong et al. (2019) concluderen dat bedrijven in deze industrie veranderingen moeten maken, willen ze succesvol blijven. Dit moeten ze doen met schaarsere financiën en striktere milieu regels. Om mee te blijven doen op het grote podium moet de chemische industrie in China dus flink innoveren om de vraag van de markt bij te benen.

# KANSEN EN BEDREIGINGEN VAN DE BRIC-LANDEN OP NATIONALE SCHAAAL

## BRAZILIË

Zoals eerder genoemd wordt verwacht dat de chemische sector in Brazilië zal stijgen de komende jaren. Dit is voor Nederland op nationaal niveau een kans omdat er in dit soort landen een tekort is aan investeerders binnen de innovatie in deze sector.

Uit recent onderzoek (Rijksoverheid, 2018) blijkt dat Brazilië en Nederland met ingang van 2019 een gezamenlijk innovatieprogramma aan het ontwikkelen zijn. De landen gaan met name samen onderzoek en ontwikkeling verrichten op het gebied van systemen en materialen, ruimtevaart, medische technologieën en het voorkomen van natuurrampen. Deze versterkte samenwerkingen kunnen in de toekomst kansen bieden voor de chemische industrie van beide landen.

## RUSLAND

### Belangrijkste importproducten uit Rusland

De belangrijkste handelssamenwerking in de sector chemische industrie is die van import op chemische producten. Centraal Bureau voor de Statistiek (2018) geeft aan dat er een totale import uit Rusland is van €15 miljard. Deze import bestaat uit vele producten en zo ook organisch chemische producten. Deze worden verder verwerkt in de huidige chemische industrie sector in Nederland. De producten met het hoogste volume zijn: alcoholen, fenolen en derivaten. In 2017 was de totale importwaarde €144 miljoen. Dit was een stijging van 33,3% t.o.v. het voorgaande jaar. In 2016 was deze waarde namelijk €108 miljoen. Ook geeft Centraal Bureau voor de Statistiek (2018) aan dat de groep met deze producten al jaren in de top-5 staan van meest geïmporteerde producten.

Ook is er een voorlopig overzicht gemaakt van de invoer in 2018. Centraal Bureau voor de Statistiek (2019) laat hierin weten dat de invoerwaarde van de organisch chemische producten neerkomt op €194 miljoen. Dit komt dan weer neer op een stijging van 34,7% t.o.v. het jaar 2017.

### Import organische chemische producten Rusland

JAAR	BEDRAG	VERSCHIL OP JAARBASIS
2017	€ 144 miljoen	+ 33,3%
2016	€ 108 miljoen	- 6,9%
2015	€ 116 miljoen	-

Centraal Bureau voor de Statistiek (2018)

## INDIA

Volgens het onderzoek (Atradius, 2016) blijkt dat: 'De Indiase consumptie van chemische producten per hoofd van de bevolking ligt nog altijd ver onder het gemiddelde van de wereld. Dat wijst op een enorm groeipotentieel voor deze sector, gezien de stijgende inkomens en verstedelijking.' Door deze trend binnen India liggen er kansen voor Nederland om door middel van de chemische productie in te spelen

Chemische industrie in zwaar weer, maar Zeeland heeft de paraplu!



op de vraag die ontstaat, waar de Indiase overheid niet aan kan voldoen. Ook wordt er in dit verslag gesproken over een toename van belangrijke eindgebruikers wat de vraag stimuleert.

## CHINA

Naarmate de onderliggende waarden voor het BNP blijven stijgen, zal de absolute groei in de chemische industrie kunnen worden bereikt, zelfs als de toename van het BNP en de chemische industrie enigszins zal vertragen. In 2017 steeg het BNP met 6,9%. Om in 2018 dezelfde absolute groei te realiseren, is een relatieve groei van 6,5% voldoende. En geëxtrapoleerd tot het jaar 2025 bereikt al een gemiddelde jaarlijkse groei van 5,7% om een stabiele absolute groei te bereiken. Dit lijkt een zeer bescheiden doelstelling, aangezien de Chinese chemische industrie in 2017 aanzienlijk sneller groeide dan het BNP tegen ongeveer 16-17%, zij het gedeeltelijk als gevolg van de sterk gestegen olieprijs.

## Invloed BRIC-landen op Zeeland

*“I would guess that in Brazil their safety level is lower, their process safety level is lower. Maybe they don't maintain their stuff quite well. That's typical for places where you don't have as much money. There must be something that the Brazilians can give to the Dutch. Certainly the Dutch have things to give to Brazil.”*

**Chemisch Ingenieur**

De Nederlandse, en zeker ook de Zeeuwse chemische sector heeft veiligheid hoog in het vaandel staan. Zo denkt ook de chemisch ingenieur van een Zeeuws chemisch bedrijf. Hij ziet kansen om op dit vlak samen te werken met opkomende industrieën zoals bijvoorbeeld die van Brazilië. Wellicht kunnen ook de Braziliaanse bedrijven helpen om de Zeeuwse sector een impuls te geven, zo schieten nieuwe innovatieve ideeën uit de grond in de BRIC-landen en is er tevens geld om dit in de praktijk toe te passen. Op deze vlakken kan er dus zeker toenadering gezocht worden door bedrijven uit het Zeeuwse chemische landschap.

*“The price of natural gas is tied to oil. Because if natural gas is really expensive what would we do?”*

**Chemisch Ingenieur**

*“(…) omdat wij ook producten direct uit Rusland krijgen en nu zie je een verschuiving dat het weer allemaal terug gaat naar Amerikaanse leveringen en Europese leveringen. Maar dat ze dan ook verdergaan richting het Midden-Oosten. Dus dat Rusland een beetje geweken wordt.”*

**Process Operator**

In de chemische industrie zijn ondernemers vaak erg afhankelijk andere partijen. Met name grondstoffen spelen een belangrijke rol. Zo is olie vaak nodig voor het productieproces, maar ook voor het transport. Een veranderende olieprijs heeft dus al gauw een grote impact op de industrie. We merken dat met name de olieprijs erg fluctueren de laatste maanden, wat veelal politieke oorzaken heeft. Ook in één van de BRIC-landen spelen politieke kwesties een rol bij een grondstof. In dit geval: Russisch aardgas. Het is de laatste tijd steeds meer omstreden om aardgas uit Rusland te importeren en met de toenemende opsprake hierover is het, om de continuïteit te waarborgen, misschien verstandiger om uit te wijken en bijvoorbeeld vloeibaar aardgas uit het midden oosten te importeren. Al met al zouden politieke redenen een steeds nadrukkelijker rol kunnen gaan spelen die terug te zien is in het Zeeuwse bedrijfsleven.

# HET ONDERWERP VAN DE WERELD: HET MILIEU

De grote thema's die zich voordoen op internationaal niveau binnen de chemische industrie op het gebied van milieu zijn: vervuiling, plastic soup en een belangrijkere rol van milieubewustheid. Al deze thema's zijn op internationaal niveau van toepassing door de toenemende bevolking en het bewust worden van milieuvervuiling.

## HOE MILIEU EN DUURZAAMHEID EEN BELANGRIJKE ROL SPELEN IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE

Een belangrijk aspect wat gepaard gaat met productie in de chemische industrie is het milieu. Het milieu is een onderwerp dat in het hedendaagse leven steeds meer aandacht krijgt en wat steeds belangrijker wordt. Duurzaamheid en minder vervuiling zijn eisen waar steeds meer bedrijven zich aan moeten houden. De VNCI (de Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie) heeft een controlerende en uitvoerende taak om de internationale duurzaamheidsdoelen voor de chemische industrie, opgesteld door de VN, in de Nederlandse chemische industrie uit te voeren.



De Koninklijk Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019). *VNCI - Dossier detail*. Photograph. Retrieved from <https://www.vnci.nl/themas/overzicht/dossier-detail?dossierid=68222976>

Deze 'Sustainable Development Goals' (SDG's) zijn door de VNCI gekoppeld aan drie duurzame actielijnen: 'low carbon economy', 'minimale impact op mens en milieu' en 'bijdrage aan welzijn en welvaart'. Deze duurzaamheidsdoelen, gekoppeld aan de SDG's, vallen onder het Responsible-Care programma van de VNCI en dragen bij aan verwezenlijking van de UN Sustainable Development Goals die voor 2030 moeten worden gerealiseerd.

Als bedrijven zich niet aan deze duurzaamheidsdoelen houden, kunnen zij een sanctie krijgen. Deze sanctie kan in de vorm zijn van een geldboete of zwaardere maatregelen zoals eventuele sluiting van het bedrijf.

# Bijdrage chemie aan de Sustainable Development Goals



De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) (2019)

## DE OPKOMST VAN VERVUILING

Vervuiling van het milieu komt in verschillende vormen voor, namelijk: vervuiling van water, lucht en grond. Vervuiling van water komt door het feit dat er snelle industrialisatie optreedt waarbij er geen juiste regelingen zijn voor behandeling en verwijdering van afvalproducten. Veel industrieën lozen hun onbehandelde afval in hun directe omgeving zoals in open kanalen, dit afval belandt vervolgens weer in rivieren, vijvers en beken.

## HET GLOBALE PROBLEEM: PLASTIC

Eén van de grootste branches binnen de chemische industrie is de productie van kunststoffen. Dat het plastic probleem in de wereld met de dag groter wordt, beseffen ook de bedrijven in de chemische industrie die bijvoorbeeld kunststoffen produceren. Nemen bedrijven dit wel serieus? Het antwoord is: ja. Dit kan afgeleid worden uit o.a. het AEPW. Het AEPW, of Alliance to End Plastic Waste, is een alliantie van verschillende bedrijven zowel internationaal, nationaal als regionaal. Deze alliantie heeft tot nu toe \$1,5 miljard gestoken in het tegengaan van plastic afval in het milieu. De uitstoot van plastic is iets wat in het hedendaagse leven een grote invloed heeft en waarin de chemische industrie een grote rol speelt. Samen gaan zij ervoor zorgen om de 8 miljoen ton plastic die per jaar wordt uitgestoten terug te dringen.

De manier waarop de chemische industrie producten maakt en bewerkt, is door de samenstelling van de chemische elementen in een product te veranderen. Ook in de chemische industrie treedt een schaarheid op in de grondstoffen die moeten worden gebruikt. Hierdoor zijn er grote veranderingen nodig in bijvoorbeeld energievoorziening, grondstofgebruik, verschillende materialen en in het productieproces.

Het Brancherapport van Delta Lloyd voegt hier het volgende aan toe: 'In de categorieën basischemie, voedingsingrediënten, coatings en high performance materialen behoort Nederland tot de wereldtop' (Delta Lloyd, 2018, p. 14).

Chemische industrie in zwaar weer, maar Zeeland heeft de paraplu!

Op het gebied van groene en duurzame energie valt nog veel te behalen. De productieprocessen moeten gaan draaien op biomassa, alles moet in het teken staan van milieuvriendelijkheid, de productieprocessen moeten schoner worden en er moet meer aandacht komen voor recyclebaarheid en biodiversiteit.

De toekomst van de chemie ligt in de slimme materialen en oplossingen. Deze slimme materialen dragen bij aan een betere toekomst voor de planeet en de veiligheid. Een groot voordeel van deze materialen is dat ze bijdragen aan de ecologische leefbaarheid (minimale impact). Een paar voorbeelden hiervan zijn: materialen voor energieopslag en katalyse, zelfreparerende en zelfreinigende kunststoffen, nieuwe moleculen en devices voor medische toepassingen en nanotechnologie. Voor de chemische industrie in Zeeland betekent dit dat er meer moet worden geïnvesteerd in deze duurzame oplossingen om met de ontwikkelingen mee te gaan.

## HOE KIJKT DE NEDERLANDSE CHEMISCHE INDUSTRIE NAAR HET MILIEU?

### DE UITSTOOT VAN DE CHEMISCHE INDUSTRIE IN NEDERLAND

Er is een ontwerp voor een klimaatakkoord opgesteld, hier is de branchevereniging van de chemische industrie in Nederland (VNCI) een voorstander van. Hier zijn enkele hoofdpunten vanuit de industrie die in het ontwerp voor een klimaatakkoord staan:

De Nederlandse industrie wil wereldwijd koploper zijn op het gebied van verduurzaming en CO<sub>2</sub>-reductie. De branchevereniging wil werken aan een bloeiende, circulaire en mondiaal toonaangevende industrie. Met als uitkomst dat de uitstoot van broeikasgassen vrijwel nul is.

### HET KLIMAATAKKOORD

Het klimaatakkoord wat in 2018 is opgesteld heeft het centrale doel om de broeikasgasuitstoot in 2030 met 49 procent terug te dringen ten opzichte van het jaar 1990. Aangezien het klimaatakkoord vorig jaar is opgesteld is het niet van toepassing of Nederland voor of achter loopt op de klimaatdoelstellingen. Verder is er een doelstelling dat er nagenoeg klimaatneutraliteit in 2050 moet zijn. Het kabinet wil in Europa het voortouw nemen en de reductiedoelstelling voor het jaar 2030 verhogen naar 55%. Hier wordt nog voor samenwerking gezocht met andere Noordwest-Europese landen.

Verschillende manieren om dit doel te bereiken zijn: oplossingen zoals energiebesparing, restwarmtebenutting, CCS en CSU en elektrificatie en groene waterstof. Deze oplossingen gaan gepaard met het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van andere sectoren.

De industrie bindt zich in het akkoord aan private investeringen van 9 tot 15 miljard tot 2030, om de verduurzaming vorm te geven. Verder wordt er door zowel het bedrijfsleven als de overheid voor 100 miljoen per jaar geïnvesteerd in klimaat innovatie.

Om deze doelen te bereiken heeft de VNCI drie verschillende actielijnen beschreven om invulling te geven aan een duurzame toekomst:

- **Low Carbon Economy**  
Dit houdt in dat er gefocust wordt op het verminderen van uitstoot van broeikasgassen. moet bereikt worden op de volgende manieren:
  1. Duurzame biomassa
  2. Hernieuwbare elektriciteit
  3. Duurzame CO<sub>2</sub>
- **Minimale impact op mens en milieu**  
Dit houdt in dat er bij de productie ten alle tijden rekening moet worden gehouden met de mens en het milieu. Er mogen geen schadelijke stoffen vrijkomen die de mens of het milieu in gevaar kunnen brengen.
- **Bijdrage aan welzijn en welvaart**  
De productie die plaatsvindt in de chemische industrie moet een bijdrage leveren aan het welzijn en de welvaart.

## PRODUCTIE EN INVESTERINGEN IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE

Bij productie in de chemische industrie komen veel milieu- en uitstoot gerelateerde zaken kijken. Bij de chemische productie komen veel gassen en andere gevaarlijke stoffen vrij die niet in de lucht mogen komen. Uitstoot moet dus zoveel als mogelijk beperkt worden. Volgens het Centraal Bureau voor Statistiek (2018) nemen twaalf bedrijven in Nederland ongeveer 90 procent van de CO<sub>2</sub> uitstoot in Nederland voor hun rekening. Dit zijn bedrijven uit de chemie-, olie- en staalindustrie. De totale industrie in Nederland neemt bijna een kwart van de CO<sub>2</sub> uitstoot in ons land voor haar rekening.

*“De chemie moet grote investeringen gaan doen.”*

**Rico Luman (2018)**

Bedrijven moeten gaan investeren in het gebruik van andere grondstoffen zoals bijvoorbeeld biomassa en waterstof. Waterstof zal door het afnemende aantal van beschikbaar aardgas, een steeds belangrijkere rol gaan spelen in de chemische industrie. Volgens een woordvoerder van de Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) is de economie aangetrokken en is dat de verklaring voor de grote productie en de stijging van de uitstoot.

*“Dat neemt niet weg dat CO<sub>2</sub>-reductie voor ons prioriteit is. Daar willen wij ook in het klimaatakkoord werk van gaan maken.”*

**Woordvoerder VNCI (2018)**

## MILIEU ZEELAND

Zeeland kent tussen de twintig en dertig chemische bedrijven in de provincie. Deze bedrijven bieden werk aan ongeveer 15.000 mensen, dit is zowel intern als extern. Bij de grote productie van chemische producten komen ook afvalstoffen en natuurlijk het milieu kijken. Nederland kent strenge regels m.b.t. het milieu waar ook de Zeeuwse industrie zich aan moet houden.

*“Duurzaamheid is ook dat er fabrieken worden gebouwd waar een toekomst in zit.”*

**Process Operator**

Bedrijven kennen al verschillende oplossingen om de uitstoot te reduceren. Afvalstoffen worden onderling gedeeld en gebruikt als brandstoffen bij andere bedrijven. Ook proberen zoveel mogelijk bedrijven zo groen mogelijke energie te gebruiken om het bedrijf te laten draaien.

*“Om de uitstoot te verminderen delen we afvalstoffen met andere bedrijven, zij zetten die weer om naar brandstoffen.”*

**Process Operator**

Niet alleen de productie kant wordt zo duurzaam mogelijk gemaakt, maar ook aan de kantoren wordt veel gedaan om deze zo duurzaam mogelijk in te richten. Bureaus worden van gerecycled materiaal gemaakt en ook het gebruik van printpapier wordt zoveel als mogelijk gereduceerd.

# DE GLOBALE ONTWIKKELING VAN INNOVATIE IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE

## FUSIES EN OVERNAMES

Een trend die sinds de laatste jaren erg opkomt, en blijft opkomen, zijn fusies en overnames. Deze trend heeft niet direct te maken met innovatie in de zin van bijvoorbeeld machines en technologie, maar geeft chemische bedrijven wel meer inzichten in de kwaliteiten van anderen. De laatste jaren vinden er nationaal en internationaal erg veel fusies plaats. Grotere bedrijven nemen andere bedrijven over om technologieën te delen en nieuwe manieren te vinden om hun bedrijf een boost te geven. Bedrijven doen dit omdat ze kansen zien om hun bedrijf te vergroten en de technologie te ontwikkelen. Voorbeelden van bedrijven die fusies/overnames hebben gedaan zijn: Linde-Praxair, Dow-DuPont en Syngenta ChemChina.

Niet alleen op het gebied van fusies en overnames zijn er grote internationale trends te zien. Ook op het gebied van Research & Development blijft de chemische industrie ontwikkelingen doormaken. Uit een kort stuk van The European Chemical Industry Council (CEFIC, Brussel, 2019) blijkt dat de chemische industrie, door de ontwikkelingen, een positieve invloed heeft op de economie. Bovendien stellen ze dat er voor iedere \$1 USD die geïnvesteerd wordt door de wereldwijde chemische industrie, ca. \$4,20 USD terugkomt in de wereldwijde economie.

*“The products that the chemical industry manufactures change people’s lives by providing clean water and making possible renewable energy sources, advanced medical care, stable and nutritious food supplies, recycling technologies and more”*

*Cefic (2019)*

## NANOTECHNOLOGIE

Innovatie op het gebied van materialen is in de chemische industrie zeer veranderd. Zo is er een nanoscale revolution aan de gang. De nanoscale revolution houdt in dat materie op de schaal van individuele atomen en moleculen niet alleen studeerbaar zijn, maar dat we deze atomen en moleculen ook naar onze hand toe kunnen zetten. De beheersing op de nanoschaal is tegenwoordig in een vergevorderd stadium, hierdoor is het mogelijk om Quantum verschijnselen in experimenten te kunnen testen en te kunnen toepassen. Door deze ontwikkelingen zullen er veel veranderingen komen op het gebied van ICT, softwareontwikkeling, materialen voor energie, medische diagnostiek en nog veel meer.

## GREEN ICT

In de chemische industrie zijn er nieuwe ontwikkelingen bezig op het gebied van revolutionaire energie-efficiëntie in dataopslag. Om dit te bewerkstelligen zijn datacommunicatie en dataverwerking belangrijke punten voor het streven naar een duurzamere samenleving. Het doel hiervan is om ultra-efficiënte alternatieven te vinden en te ontwikkelen voor elektronische schakelingen op basis van geïntegreerde fotonische of elektrische Quantum circuits met hoge informatiedichtheid, het verminderen van energieverbruik en het niet gebruiken van zeldzame grondstoffen. Voor ontwikkelde landen geldt dat ICT ongeveer 10% van het totale elektrische energieverbruik voor haar rekening neemt. Energieverlies kan door het optimaal benutten van Quantumeffecten sterk worden beperkt en miljoenen computers zouden een stuk zuiniger kunnen werken.



## QUANTUM COMPUTING EN HET QUANTUM INTERNET

Quantumcomputing geeft de mogelijkheid om te rekenen met ongekeerde rekenkrachten. Met deze rekenkrachten wordt het mogelijk om eigenschappen van materialen, chemische processen en geneesmiddelen te voorspellen en te verbeteren. Om dit te realiseren zijn er nog wel veel nieuwe technologieën die ontwikkeld moeten worden. Wanneer Quantum computers worden verbonden met elkaar en met andere Quantumsystemen, ontstaat er een Quantum internet. Verder is er met dit Quantum internet een veilige datacommunicatie mogelijk.

# Innovatie Nationaal

## INNOVATIE NEDERLAND

De chemische industrie in Nederland moet flink innoveren wil het een goede positie behouden. Het VNCI (2019) laat weten dat de Chemische industrie branche flink actie moet ondernemen willen bedrijven hun concurrentiepositie behouden. Scientiq (2019) voegt hieraan toe dat de innovaties niet alleen goed zijn voor de sector zelf. Ook de concurrentiekracht in andere sectoren zou hierdoor beter worden. Ook geeft VNCI (2019) aan dat de overheid een noodzakelijke rol zal moeten spelen om deze innovaties te ondersteunen. Een aantal voorbeelden hiervan zijn: wegnemen van overbodige regelgevingen, verhoogde financiële ondersteuning en verdubbeling van ondersteuning voor bèta-onderzoek. Ook geeft het VNCI (2019) aan dat er nu een 'window of opportunity' is om concurrenten voor te blijven. Ook is het voor Nederland belangrijk om 'de exportkampioen' van duurzame en innovatieve producten te worden.

## OVERNAMEN EN FUSIES

Internationaal gezien vinden er veel fusies en overnames plaats in de sector Chemische industrie. Ook op nationaal niveau vindt deze ontwikkeling plaats. Zo bevinden deze fusies en overnames zich op het hoogste punt in tien jaar volgens KPMG (2018). In 2017 vonden er in de gehele Nederlandse mid-market en large-segment 714 transacties plaats, uiteindelijk goed voor een toename van 11,6% t.o.v. het jaar ervoor. Consultancy (2018) gaf wel aan dat de totale waarde van deze transacties wel gedaald is. Deze waarde kwam in 2016 uit op €89 miljard maar is gezakt naar een waarde van €51 miljard. Dit komt mede door grote overnames zoals Shell.



Gegevens afkomstig van Consultancy.nl (2018)

## INDUSTRIE

Bovenstaande gegevens omvatten de gehele mid-market en large-segmenten. Centraal Bureau voor de Statistiek (2019) geeft meer inzicht in de sector industrie. Het totaal aantal fusies en overnames in deze sector komt uit op 450 in het jaar 2018. In totaal vonden er 5.320 fusies en overnames plaats in de gehele Nederlandse economie. De sector industrie is dus goed voor 8% van dit totaal. Hieronder een overzicht van het aantal fusies en overnames in deze sector per jaar.

Perioden	2015	2016	2017	2018	2019 1- kwartaal
Totaal aantal fusies en overnames	425	575	415	450	195

Gegevens afkomstig van Centraal Bureau voor de statistiek (2019)

## GREEN ICT & TNO

De Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) is in de afgelopen jaren in overleg met publieke en private samenwerkingspartners en de topsectoren Chemie en Energie steeds meer gaan focussen op een beperkt aantal open innovatieprogramma's. De samenwerkingen zijn opgezet rondom de technologieën die zorgen dat vergroening op gang worden gebracht. De programma's zijn speciaal afgestemd op de doelen van het klimaatakkoord die in 2050 behaald moeten worden. In de programma's wordt er gefocust op doorontwikkeling en implementatie van opkomende technieken. Voorbeelden van technieken zijn: elektrochemische conversie, biobased conversie, biomaterialen en circulaire plastics. Er wordt door TNO niet alleen gericht op de grote multinationals, maar ook op de innovatieve koplopers in de chemie. Deze technologie maakt het mogelijk om hernieuwbare energie op te slaan en legt de basis voor duurzame energiedragers.

*“Elektrochemische Conversie & Materialen (ECCM) is een essentiële technologie voor de transitie naar een duurzaam energie- en grondstofsysteem omdat ECCM de sleutel bevat tot het opslaan van hernieuwbare elektriciteit. Dit legt de basis voor toekomstige, duurzame, synthetische energiedragers en materialen die op verschillende manieren een bijdrage kunnen leveren aan een duurzame energievoorziening en industrie.”*

## QUANTUM COMPUTING EN HET QUANTUM INTERNET

*Ook in Nederland is Quantum computing een opkomende trend. Er worden veel ontwikkelingen en onderzoeken gedaan naar deze nieuwe technologie. Omdat er aan deze technologie nog veel onduidelijkheid hang worden er veel bijeenkomsten georganiseerd. Dit om voorlichting te geven en een bepaalde toekomstvisie te verduidelijken. Een voorbeeld hiervan was de bijeenkomst 'Quantum computing- en internet' van het ECP (Platform voor de informatiesamenleving). ECP (2019) gaf hier gelijk al aan dat de technologie grote kansen met zich mee brengt voor Nederland. Zo kan een Quantum computerproblemen oplossen die met een normale computer simpelweg onmogelijk zijn. Een andere functie is het Quantum internet. ECP (2019) zegt hierover dat verschillende Quantum computers op deze manier met elkaar verbonden kunnen worden. Het voordeel hiervan is dat informatie verzonden via dit internet niet afgeluisterd kan worden dit betreft dus een stukje veiligheid.*

Nederland is volgens ECP (2019) toonaangevend in het onderzoek naar Quantum en de bijbehorende technieken. Dit bevestigt ook Emerce (2019) als voorbeeld geven zij de opening van het Microsoft Quantum lab dat geopend is door koning Willem-Alexander. Door middel van dit laboratorium is er een flinke stap gezet om in de kopgroep te blijven van de ontwikkelingen op het gebied van Quantum computing. Het uiteindelijke doel van deze samenwerking is het bouwen van een goed werkende Quantumcomputer. Een Vandaag (2019) voegt hieraan toe dat Nederland vooraan in de race is om de eerste Quantumcomputer van de wereld te maken. Reden hiervoor was het onderzoek van Leo Kouwenhoven naar Majorana-deeltjes. Uiteindelijk heeft hij dit deeltje in 2012 weten te meten en zette daarmee de wetenschappelijke wereld op zijn kop. Dit omdat de Majorana's uitermate geschikt zijn voor het bouwen van een Quantumcomputer.

De werking van een Quantumcomputer werkt als volgt: een normale computer werkt met bits die in de vorm van een 0 of 1 optreden. Het is dus zo dat een bit altijd één van deze cijfers moet zijn en dus niet op twee plekken kan zijn. Een Quantumcomputer werkt met qubits en deze kunnen dus wel op twee plekken tegelijk zijn. Daarmee is het dus mogelijk om problemen op te lossen die in de huidige wereld

Chemische industrie in zwaar weer, maar Zeeland heeft de paraplu!

van computers als onmogelijk bestempeld worden. Om een qubit te maken moeten twee Majorana deeltjes gekoppeld worden en dit is tot zover nog niet gelukt.

Volgens Kouwenhoven is het heel moeilijk om de precieze werking van Quantum uit te leggen. Wel doet hij dit aan de hand van het volgende voorbeeld in de situatie waarin de lezer zich in een doolhof bevindt:

*“De Quantumcomputer heeft een helicopterview en zoekt van boven naar de snelste uitgang. De qubits zijn tijdens de meting overal tegelijk in het doolhof aanwezig en daardoor is de snelste route in een fractie van een seconde gevonden. Maar als we als wetenschappers zouden meegluren staan we meteen weer in dat tweedimensionale doolhof en is de helicopterview verdwenen. Dus we kunnen pas meekijken als de uitgang is gevonden. Dat maakt het ongrijpbaar maar o zo fascinerend.”*

*(Kouwenhoven, 2019)*

## NANOTECHNOLOGIE

Ook in Nederland wordt er veel research gedaan naar het gebruik van nanotechnologie in de chemische sector. Zo zijn er verschillende initiatieven opgezet om deze voortgang mogelijk te maken. Twee voorbeelden hiervan zijn Nanoned en Nanonext. Deze programma's bevatten meerdere grote bedrijven zoals Philips, TNO, Friesland Campina en Mincronit Microfluidics. Ook zijn er vele instituten en hogescholen die kennis en hulp aanbieden tijdens deze projecten. Zo hebben beide initiatieven/projecten lopen waarin deze ontwikkelingen worden doorgevoerd.

Nanonext is bezig met een programma dat tien thema's bevat deze zijn weer onderverdeeld onder 28 programma's. De volgende thema's zijn:

- Risicoanalyse en technologische toepassingen
- Energie
- Nanomedicijnen
- Schoon water
- Voedsel
- 'Beyond Moore' (gebruik van licht OLED en LED)
- Nano materialen
- Bio-nano
- Nano fabricatie
- Sensoren en aandrijvers

Natuurlijk zijn niet al deze thema's van toepassing op de sector chemische industrie, maar wel vele hiervan kunnen herleid worden naar deze sector. Een voorbeeld hiervan zijn de technologische toepassingen die nanotechnologie biedt. Nanonextnl (2019) geeft aan dat deze toepassingen vooral gebruikt worden om het gat tussen de wetenschap & innovatie en de maatschappelijke aspecten te overbruggen. Hiervoor zijn verschillende disciplines nodig, denk hierbij aan: technologen, Nano wetenschappers, beleidsmakers, industriële personen en maatschappelijke actoren. Denk hierbij vooral aan ontwikkelingen op het gebied van veiligheid en ethische kwesties binnen de branche chemische industrie. Deze projecten zitten veelal nog in de ontwikkelfase en duidelijke voorbeelden en/of toepassingen blijven hierdoor nog uit.

Een ander thema richt zich op het verkrijgen van energie, hierin zijn twee ontwikkelingen gaande. Zo wordt er gekeken naar de mogelijkheden om met behulp van nanotechnologie energie te genereren en te verbruiken. Dit is bijvoorbeeld cruciaal voor de elektrische auto's die op grote schaal worden geïntroduceerd. Ook zegt Kessels (2019) dat nanotechnologie een grote rol zal gaan spelen in het opwekken van CO2 en biokatalysatoren.

Vervolgens is er ook een thema gelinkt aan nieuwe Nano materialen. Wetenschappers proberen doormiddel van nieuwe nanotechnologie nieuwe producten te realiseren. Zo proberen deze wetenschappers producten met dezelfde functionaliteit goedkoper te maken, anderzijds willen zij nieuwe producten creëren met een geheel andere functionaliteit. De kosten zullen dan wel wat hoger zijn mits ze acceptabel blijven. Dortmans (2019) geeft aan dat deze ontwikkeling zullen zorgen voor een scala aan mogelijkheden op het gebied van de ontwikkeling van innovatieve producten. Er wordt in dit thema vooral onderzoek gedaan naar de verschillende combinaties van deeltjes, moleculen en atomen.

Daarnaast is er ook nog het NanoNed-programma gefinancierd door het Nederlandse ministerie van Economische zaken. TNO (2019) stelt dat het budget voor dit programma 235 miljoen euro is. Hiermee is dit programma tevens één van de grootste op het gebied van nanotechnologie. TNO is onderdeel van het onderdeel Nano-instrumentatie. Zij richten zich vooral op het ontwikkelen van wetenschappelijke en industriële apparatuur die kan werken met nanometerprecisie. Dit houdt in dat ze de instrumentatieproblemen moeten oplossen van het creëren van apparaten kleiner dan 20 nm. Rijksoverheid (2019) zegt hier het volgende over: 'Met nanotechnologie is het mogelijk te werken met deeltjes in de grootteorde van nanometers (nm). Dit is 1 miljardste van 1 meter'. TNO (2019) geeft aan dat ze dit doen middels verbeteringen op het gebied van systeemstabiliteit, isolatie en mechanische precisie van metrologische instrumenten voor extreme omgevingen zoals ultrahoog vacuüm en extreem lage temperaturen.

Alles bij elkaar staan er grote dingen te gebeuren ook in de sector chemische industrie. Vooral op het gebied van computers en verschillende materialen. Er zijn veel ontwikkelingen aan de gang die zeker impact gaan hebben in deze sector.

# Innoveert Zeeland net zo snel als de rest van de wereld?

## FUSIES EN OVERNAMES

*“If an opportunity arises then they’re open to it. That’s one of the ways that companies grow. One of them is by mergers and acquisitions.”*

**Chemisch Ingenieur**

De trend fusies en overnames zet zich ook voort in Zeeland. Uit de interviews is gebleken dat bedrijven vooral fuseren om een grotere markt te bereiken. Zo wordt vooral veel gedaan aan internationalisatie en zijn bedrijven dus ook bereid om met bedrijven buiten Nederland samen te werken. Ook zijn ze op zoek naar een stukje innovatie en dus ontwikkeling die uit deze samenwerking voortvloeit.

*“Een grotere markt die ze kunnen bestrijken. Nu hebben ze drie divisies: een chemische tak, een plastic tak en een pesticide. Dus heel Amerika, Europa en een groot gedeelte van Azië zit gecoverd in die samenwerking.”*

**Process Operator**

## NANOTECHNOLOGIE

*“Nanotechniek beheersen ze bij ons wel al doormiddel van waterafvalstromen die ze doormiddel van bio mechanismen zuiveren. Daardoor kunnen ze het water weer hergebruiken en zijn er bijna geen afvalstromen meer naar buiten toe.”*

**Process Operator**

Ook in Zeeland staat Nanotechnologie in de kinderschoenen. Zo zijn er wel al ontwikkelingen aan de gang en kijken bedrijven naar de mogelijkheden op dit gebied. Verder zijn er nog geen concrete voorbeelden op het gebied van Nanotechnologie. Dit is ook gebleken uit onderzoek op nationaal niveau. Wel is de verwachting dat er de komende jaren steeds meer gebruikt gemaakt zal worden van deze technologie.

*“Mij zegt het ook niets [nanotechnologie].”*

**Turnaround Coordinator**

## GREEN ICT

*“Maar zulk soort initiatieven, dat komt eigenlijk gewoon vanuit onze groep. Dus green ICT, is nog niet echt geland heb ik het idee. Daar kunnen we zeker nog iets in winnen.”*

**Turnaround Coordinator**

Uit de interviews is gebleken dat Green ICT voor vele bedrijven nog een onbekend begrip is. Wel konden ze na enige uitleg wel een aantal voorbeelden aanduiden. Zo werken veel bedrijven met nieuwe computers die blijven draaien. Dit is milieuvriendelijker dan de computers steeds aan en uit zetten. Ook worden op sommige plekken computers van energie voorzien door middel van zonnepanelen op de daken. Wel is het zo dat deze ontwikkelingen niet binnen alle bedrijven toegepast wordt. Omdat het nog een redelijk onbekend begrip is valt er op dit gebied nog veel te winnen.

## QUANTUM COMPUTING EN HET QUANTUM INTERNET

Naar aanleiding van de resultaten uit de interviews is gebleken dat Quantum computing nauwelijks voorkomt in Zeeland. Het zou dus goed kunnen dat in Zeeland deze trend nog niet opgepakt is. Dit is wel de reden dat er een grote kans is voor bedrijven in de regio om aan de slag te gaan met deze ontwikkeling. Hiermee kan er een voorsprong behaald worden op de concurrentie.

# NO-DEAL BREXIT LIGT OP DE LOER

Het Verenigd Koninkrijk is voor Nederland van groot belang en zeker in verband met de chemische industrie. De chemische industrie van Nederland en het Verenigd Koninkrijk zijn nauw verbonden en dus zal de schade van harde Brexit hard aankomen. Deze twee landen hebben gedeelde vestigingen en veel onderlinge handel en leveringen. En bij een harde Brexit zullen de kosten daarvan enorm toenemen door handelsbarrières en hoge importtarieven. Dit zal leiden tot veel duurdere productie en een tijdrovende controle.

Deze tijdrovende controle komt vanuit een EU-regulatie bekend als REACH. Reach staat voor regulation, evaluation, authorisation en restriction of chemicals. De bedoeling ervan is om zowel de gezondheid van de mens als het milieu te beschermen van de risico's die kunnen komen van het werken met chemische stoffen. Maar wat het ook doet is de chemische industrie binnen de EU beschermen in verband met import.

## Verandering in de concurrentiepositie van bedrijfstakken in verschillende regio's door een Brexit

bedrijfstak ↓	regio →															
		Nederland	Verenigd Koninkrijk	Europese Unie	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland	Flevoland	Utrecht	Noord-Holland	Zuid-Holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg
Teelt van gewassen, veeteelt en jacht etc.																
Voedingsmiddelenindustrie																
Textielindustrie																
Aardolie-industrie																
Chemische industrie																

versterking	verzwakking	van de concurrentiepositie
		Grote sectoren met een groot effect
		Grote sectoren met een groot effect door specifieke tarieven
		Kleine sectoren en/of sectoren met een klein effect

- De versterking of verzwakking van de concurrentiepositie is gemeten als de verandering in de kosten in procenten ten opzichte van deze verandering voor concurrenten.
- In deze tabel zijn alleen die sectoren weergegeven waar tenminste voor twee regio's sprake is van een grote sector met een groot effect (ongeacht of dit komt door specifieke tarieven).
- In de toelichting staat is een tabel met de grootte van de verandering in de concurrentiepositie en de bijbehorende kostenverhoging opgenomen. Tevens staat in de toelichting een overzicht van alle onderzochte sectoren.

## Veranderingen in de concurrentie positie van bedrijfstakken in verschillende regio's door een Brexit Thissen, Weterings, en Husby (2019)

In deze tabel is te zien dat de Brexit in veel sectoren een grote impact heeft op de Zeeuwse bedrijfstakken.

Aangezien werken met het Verenigd Koninkrijk een stuk duurder zal gaan worden, adviseren Brexit-deskundigen Nederlandse bedrijven in de chemische industrie om handelspartners uit het Verenigd Koninkrijk te vervangen. Een ander advies dat wordt gegeven is om een voorraad op te bouwen in zowel Nederland als het Verenigd Koninkrijk.



# CONCLUSIE

Ter conclusie worden kansen, bedreigingen, sterktes en zwaktes tegenover elkaar gezet in een SWOT-analyse. De bedoeling hiervan is om de invloed van de trends op provinciaal niveau uit te lichten en dit vooral overzichtelijk te houden. Sterktes en Zwaktes duiden op interne aspecten van een bedrijf terwijl Kansen en Bedreigingen ingaan op de omgeving rondom het bedrijf.

<b>Sterktes</b>	<b>Zwaktes</b>
1 Locatie 2 Mogelijkheid tot cursussen 3 Schone goed bestuurde 'plants' 4 Erg efficiënt m.b.v. automatisatie 5 Hoogopgeleid personeel 6 Beheersing milieu/veiligheid regels	1 Vergrijzend personeel 2 Geen gebruik Quantum computing 3 Complex productieproces met complexe regels zorgt voor een langzame veranderingscyclus
<b>Kansen</b>	<b>Bedreigingen</b>
1 Mogelijkheden met nanotechnologie 2 Gebruik van Quantum computing 3 Big dataonderzoek 4 Drones 5 Robotisering 6 Human Capital Agenda	1 Toenemende robotisering 2 Olieprijzen en gasprijzen 3 Beperkingen van de overheid 4 Hardlopende concurrentie ligt op de loer bij langzamere ontwikkeling 5 No-deal Brexit

## KEY TAKEAWAYS:

- Het hoge opleidingsniveau in Zeeland betekent dat de industrie in staat is om de toenemende rol van trends als Robotisering en Big data bij te blijven, mits de hoogopgeleide mensen binnen de provincie kunnen worden gehouden.
- De toenemende strenge maatregelen van de overheid vormen een uitdaging, die de meeste chemische bedrijven in Zeeland aan kunnen, wanneer ze de schone en efficiënte processen blijven handhaven.
- Nanotechnologie en Quantumcomputing zijn manieren om ervoor te zorgen, dat je de competitie niet alleen bij blijft maar zelfs zou kunnen inhalen.
- De Human Capital Agenda kan gebruikt worden om vergrijzing in het bedrijf tegen te gaan. Door samenwerkingen met scholen aan te gaan komen de scholieren eerder in contact met het bedrijf en zijn er mogelijkheden om het personeel een impuls te geven.
- Politieke onzekerheid in gevallen als de Brexit en het Russische aardgas is een bedreiging voor de continuïteit van bedrijven. Dit betekent dat Zeeuwse bedrijven in de chemische sector deze ontwikkeling goed in de gaten moeten houden en na moeten gaan denken over preventieve maatregelen.
- De Zeeuwse chemische industrie heeft op het gebied van het verwerken van restafval en het beperken van de CO2 uitstoot nog wat te winnen. Ook de onderlinge samenwerkingen, met oog op verwerking van restafval, staan nog in de beginfase. Als Zeeuwse ondernemers nog meer en beter samen gaan werken zal de sector hier enorm van profiteren.

## BRONNENLIJST:

- Agro&Chemie. (2018, 3 augustus). Zuidelijke regio's onevenredig hard getroffen door Brexit | Agro&Chemie. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.agro-chemie.nl/nieuws/zuidelijke-regios-onevenredig-hard-getroffen-door-brexit/>
- Altham, D. (2017, 23 oktober). How Industry 4.0 can transform chemical manufacturing - Processing Magazine. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.processingmagazine.com/how-industry-4-0-can-transform-chemical-manufacturing/>
- Atradius. (2016, July 21). Market Monitor - Chemie - India 2016. <https://atradius.nl/rapport/market-monitor-chemie-india-2016.html>
- Burgering, C., & Kemps, D. (2016, 22 december). Chemische industrie - Insights. Geraadpleegd op 9 mei 2019, van <https://insights.abnamro.nl/branche/chemische-industrie/>
- CBS. (2019, April 30). *Bedrijven; fusies en overnames, bedrijfsgrootte, rechtsvorm, bedrijfstak*. Geraadpleegd op Mei 8, 2019, van Centraal bureau voor de statistiek: <https://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=83147NED&LA=NL>
- CBS. (2018). Handel Nederland - Rusland. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van CBS: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/internationaal-ondernemen/landenoverzicht/rusland/handel-nederland-rusland>
- CBS. (2019, Mei 3). Internationale handel; in- en uitvoerwaarde, SITC (3 digits), landen. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van CBS: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83926NED/table?dl=16190>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2017, 8 december). Oplopend personeelstekort in vergrijzende industrie. Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/49/oplopend-personeelstekort-in-vergrijzende-industrie>
- Chemie Magazine. (z.d.). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.uitgewikkeld.net/wp-content/uploads/2014/04/chemie-magazine-bedreigingen-chemie-ingejane.pdf>
- Cijfers in beeld Chemie in Nederland - Chemische Industrie. (2019, 15 januari). Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.chemische-industrie.nl/cijfers-in-beeld-chemie-in-nederland/>
- Cijfers in beeld Chemie in Nederland - Chemische Industrie. (2019, 15 januari). Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.chemische-industrie.nl/cijfers-in-beeld-chemie-in-nederland/>
- Cijfers in beeld Chemie in Nederland - Chemische Industrie. (2019, 15 januari). Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.chemische-industrie.nl/cijfers-in-beeld-chemie-in-nederland/>
- CNVvakmensen. (z.d.). Robotisering: oneerlijke concurrentie of nieuwe werkgelegenheid? - CNV Vakmensen. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.cnvvakmensen.nl/diensten/kennisbank/robotisering>
- Consultancy.nl. (2018, Maart 26). *Aantal fusies en overnames in Nederland op hoogste punt in tien jaar*. Geraadpleegd op Mei 8, 2019, van consultancy: <https://www.consultancy.nl/nieuws/16971/aantal-fusies-en-overnames-in-nederland-op-hoogste-punt-in-tien-jaar>

Consultancy.nl. (2015, 13 oktober). BCG: Robots goed voor kwart industrieel werk in 2025. Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.consultancy.nl/nieuws/11231/robots-goed-voor-kwart-industrieel-werk-in-2025>

Davidson, M. (2016, 3 december). Overbevolking is wél een probleem. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/overbevolking-is-wel-een-probleem~bb47d54e/>

Davidson, M. (2016, 3 december). Overbevolking is wél een probleem. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/overbevolking-is-wel-een-probleem~bb47d54e/>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019a, February 3). VNCI - Dossier detail. Retrieved May 14, 2019, from <https://www.vnci.nl/themas/dossier-detail?dossierid=3145465859>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019, April 18). Bijdrage chemische industrie aan 17 internationale duurzaamheidsdoelen in kaart gebracht - Duurzaam Ondernemen. Retrieved May 14, 2019, from <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/bijdrage-chemische-industrie-aan-17-internationale-duurzaamheidsdoelen-in-kaart-gebracht/>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie. (2019, April 12). VNCI - Dossier detail. Retrieved May 14, 2019, from <https://www.vnci.nl/themas/overzicht/dossier-detail?dossierid=68222976>

De Koninklijk Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019). *VNCI - Dossier detail*. Photograph. Retrieved from <https://www.vnci.nl/themas/overzicht/dossier-detail?dossierid=68222976>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019). *Bijdrage chemische industrie aan 17 internationale duurzaamheidsdoelen in kaart gebracht - Duurzaam Ondernemen*. Photograph. Retrieved from <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/bijdrage-chemische-industrie-aan-17-internationale-duurzaamheidsdoelen-in-kaart-gebracht/>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019, April 18). Bijdrage chemische industrie aan 17 internationale duurzaamheidsdoelen in kaart gebracht - Duurzaam Ondernemen. Retrieved May 14, 2019, from <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/bijdrage-chemische-industrie-aan-17-internationale-duurzaamheidsdoelen-in-kaart-gebracht/>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie. (2019, April 12). VNCI - Dossier detail. Retrieved May 14, 2019, from <https://www.vnci.nl/themas/overzicht/dossier-detail?dossierid=68222976>

De Koninklijk Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019). *VNCI - Dossier detail*. Photograph. Retrieved from <https://www.vnci.nl/themas/overzicht/dossier-detail?dossierid=68222976>

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). (2019). *Bijdrage chemische industrie aan 17 internationale duurzaamheidsdoelen in kaart gebracht - Duurzaam Ondernemen*. Photograph. Retrieved from <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/bijdrage-chemische-industrie-aan-17-internationale-duurzaamheidsdoelen-in-kaart-gebracht/>

D. Hekking, H. (2019, 13 januari). Chemiebedrijven lanceren fonds voor aanpak plastic afval. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van [https://fd.nl/ondernemen/1285698/chemiebedrijven-lanceren-fonds-voor-aanpak-plastic-afval?\\_ga=2.188838699.1053687483.1556094272-1226470025.1556094272](https://fd.nl/ondernemen/1285698/chemiebedrijven-lanceren-fonds-voor-aanpak-plastic-afval?_ga=2.188838699.1053687483.1556094272-1226470025.1556094272)

Delta Lloyd. (2018). *Brancherapport Industrie* (Brancherapport Industrie: markt, trends, ontwikkelingen en risico's.). Geraadpleegd van [https://www.deltalloyd.nl/images/A12212\\_industrie\\_brancherapport\\_tcm48-196940.pdf](https://www.deltalloyd.nl/images/A12212_industrie_brancherapport_tcm48-196940.pdf)

Delta Lloyd. (2018). *Brancherapport Industrie* (Brancherapport Industrie: markt, trends, ontwikkelingen en risico's.). Geraadpleegd van [https://www.deltalloyd.nl/images/A12212\\_industrie\\_brancherapport\\_tcm48-196940.pdf](https://www.deltalloyd.nl/images/A12212_industrie_brancherapport_tcm48-196940.pdf)

De (potentiële) impact van Brexit op de chemische industrie. (z.d.). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://eu.huxley.com/nl/blog/2019/02/de-potentiele-impact-van-brexit-op-de-chemische-industrie>

De quantum / nano-revolutie. (z.d.). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van [https://www.wetenschapsagenda.nl/wp-content/uploads/2017/08/Route18\\_NWA-DEEL-II-PORTFOLIO-DEFINITIEF-05092016.pdf](https://www.wetenschapsagenda.nl/wp-content/uploads/2017/08/Route18_NWA-DEEL-II-PORTFOLIO-DEFINITIEF-05092016.pdf)

[https://www.wetenschapsagenda.nl/wp-content/uploads/2017/08/Route18\\_NWA-DEEL-II-PORTFOLIO-DEFINITIEF-05092016.pdf](https://www.wetenschapsagenda.nl/wp-content/uploads/2017/08/Route18_NWA-DEEL-II-PORTFOLIO-DEFINITIEF-05092016.pdf)

D. Hekking, H. (2019, 13 januari). Chemiebedrijven lanceren fonds voor aanpak plastic afval. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van [https://fd.nl/ondernemen/1285698/chemiebedrijven-lanceren-fonds-voor-aanpak-plastic-afval?\\_ga=2.188838699.1053687483.1556094272-1226470025.1556094272](https://fd.nl/ondernemen/1285698/chemiebedrijven-lanceren-fonds-voor-aanpak-plastic-afval?_ga=2.188838699.1053687483.1556094272-1226470025.1556094272)

Dortmans, D. i. (2019). *Nano materials*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van nanonextnl: <http://www.nanonextnl.nl/themes/nano-materials/>

ECHA. (z.d.). Understanding REACH - ECHA. Geraadpleegd op 10 mei 2019, van <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>

Economic Times. (2018, 7 oktober). Chemical industry may reach USD 304 billion by FY25: Report. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://economictimes.indiatimes.com/industry/indl-goods/svs/chem/-fertilisers/chemical-industry-may-reach-usd-304-billion-by-fy25-report/articleshow/66106551.cms>

ECP. (2019, April 16). *VERSLAG ECP DEELNEMERSPECIAL: QUANTUM COMPUTING EN QUANTUM INTERNET*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van ecp: <https://ecp.nl/actueel/verslag-ecp-deelnemersspecial-quantum-computing-en-quantum-internet/>

EU vergeleken met de BRIC-landen (en). (z.d.). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van [https://www.europa-nu.nl/id/vizyehqvrdir/nieuws/eu\\_vergeleken\\_met\\_de\\_bric\\_landen\\_en?ctx=vh84exkkodyi](https://www.europa-nu.nl/id/vizyehqvrdir/nieuws/eu_vergeleken_met_de_bric_landen_en?ctx=vh84exkkodyi)

Extance, A. (2013, 27 augustus). Measuring the job market. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://www.chemistryworld.com/features/measuring-the-job-market/6499.article>

Finanzen. (z.d.). Olie (Brent)prijs | Olie Koers | finanzen.nl. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://www.finanzen.nl/grondstoffen/olieprijs>

Gotpagar, J. (z.d.). The Industry may finally be approaching a tipping point of more profitability. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.strategyand.pwc.com/trend/2018-chemicals>

Gotpagar, J. (z.d.). The Industry may finally be approaching a tipping point of more profitability. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.strategyand.pwc.com/trend/2018-chemicals>

Groene chemische industrie is de toekomst | TNO. (2018, March 8). Retrieved May 14, 2019, from <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2018/3/groene-chemische-industrie-is-de-toekomst/>

Hartog, J. (2017, Juni 5). CHEMISCHE INDUSTRIE WIL NADRUK OP INNOVATIE EN INVESTEREN. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van europoortkringen: <https://www.europoortkringen.nl/chemische-industrie-wil-nadruk-op-innovatie-en-investeren/>

Hoenders, J. (2019, Januari 31). *Nederland vooraan in de race om eerste quantumcomputer ter wereld te maken*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van eenvandaag.avrotros: <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/nederlanders-in-de-race-om-eerste-quantumcomputer-ter-wereld-te-maken/>

Higgins, S. (2019, 14 februari). Data Analytics in Chemical Production and Maintenance | chemanager-online.com - Chemistry and Life Science. Geraadpleegd op 25 april 2019, van <https://www.chemanager-online.com/en/topics/strategy/data-analytics-chemical-production-and-maintenance>

Hodges, P. (2016, 1 november). Forget the IMF: global chemicals are your guide to future performance. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://www.ft.com/content/7a793a97-01af-380e-ad05-45ee9a858f9d>

Hong, S., Jie, Y., Li, X., & Liu, N. (2019, maart). China's chemical industry: New strategies for a new era. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/chinas-chemical-industry-new-strategies-for-a-new-era>

Hoofdpunten van het Ontwerp voor een Klimaatakkoord vanuit de industrie. (z.d.). Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.vnci.nl/Content/Files/file/Downloads/Hoofdpunten-van-het-Ontwerp-voor-een-Klimaatakkoord-vanuit-de-industrie.pdf>

How Industry 4.0 is revolutionising the chemicals industry | Chemical Industry Journal. (2018, 12 oktober). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <http://www.chemicalindustryjournal.co.uk/industry-4-0-revolutionising-chemicals-industry>

Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment. (2017, 8 januari). Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>

Kessels, P. d. (2019). *Energy*. Opgeroepen op Mei 13, 2019, van nanonextnl: <http://www.nanonextnl.nl/themes/energy/>

Krishnan, S. (2018, 19 september). Chemical Industry in the Age of Big Data Analytics | Analytics Insight. Geraadpleegd op 25 april 2019, van <https://www.analyticsinsight.net/chemical-industry/>

Lente, P. d. (2019). *1C Technology assessment*. Opgeroepen op Mei 13, 2019, van nanonextnl: <http://www.nanonextnl.nl/programme/1c-technology-assessment/>

Luman, R. (2019, Februari 1). *Chemische industrie facts & figures*. Geraadpleegd op Mei 8, 2019, van ING.nl: <https://www.ing.nl/zakelijk/kennis-over-de-economie/uw-sector/sectoren-algemeen/chemie.html>

Marr, B. (2018, 4 september). What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/>

Matsuoka, K. (2018, 18 augustus). A Japanese labor shortage. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://cen.acs.org/careers/employment/Japans-chemical-industry-struggles-find/96/i33>

Microsoft. (2019, Februari 21). *Positie Nederland in race om quantumcomputer verstevigd met opening Microsoft Quantum Lab*. Geraadpleegd op Mei 14, 2019, van emerge: <https://www.emerge.nl/wire/positie-nederland-race-om-quantumcomputer-verstevigd-opening-microsoft-quantum-lab>

MKB. (2018, september). Resultaten 3e Dag van de Industrie enquête [Enquête]. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.mkb.nl/sites/default/files/dvdienquetesept2018.pdf>

Nu.nl. (2018, Maart 20). *Aanzienlijk meer fusies en overnames in Nederland*. Geraadpleegd op Mei 8, 2019, van Nu.nl: <https://www.nu.nl/economie/5185103/aanzienlijk-meer-fusies-en-overnames-in-nederland.html>

Peters, S., & Kemps, D. (2016, 10 mei). Industrial Internet of Things: noodzaak voor industrie, kans voor IT-sector - Insights. Geraadpleegd op 9 mei 2019, van <https://insights.abnamro.nl/2016/02/industrial-internet-of-things/>

Pflug, K. (2018, September 3). Chinas weiterer Weg zur Chemie-Großmacht. Geraadpleegd van <https://www.chemanager-online.com/themen/management/chinas-weiterer-weg-zur-chemie-grossmacht>

Planbureau voor de Leefomgeving. (2019, 15 februari). Korte termijn gevolgen van de Brexit | PBL. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van

[https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL2019\\_Korte-termijn-gevolgen-van-de-Brexit-3643.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL2019_Korte-termijn-gevolgen-van-de-Brexit-3643.pdf)

Roelofs, E. (2015, 16 maart). Kansen en bedreigingen. Geraadpleegd van <https://mvonederland.nl/sector/chemische-stoffen/kansen-en-bedreigingen>

Rijksoverheid. (z.d.). Chemische stoffen: goed geregeld! Officiële site van de REACH en CLP Helpdesk. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.chemischestoffengoedgeregeld.nl>

Rijksoverheid. (2018, 20 augustus). Nederland en Brazilië gaan meer samen werken aan innovatie. Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/08/20/nederland-en-brazilie-gaan-meer-samen-werken-aan-innovatie>

Rijksoverheid. (2018, 24 september). Nederlandse chemische industrie moet veiligste ter wereld worden. Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/09/24/nederlandse-chemische-industrie-moet-de-veiligste-ter-wereld-words>

Rijksoverheid. (2019). *Ontwikkeling nanotechnologie in Nederland*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/nanotechnologie/ontwikkeling-nanotechnologie-in-nederland>

RVO. (N.D.). Russian chemical sector. Geraadpleegd van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/09/russian-chemical-sector.pdf>

- Schenk, D. (2018, Juli 6). *Het quantuminternet komt eraan*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van nrc: <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/07/06/quantuminternet-is-altijd-veilig-a1609126>
- Scientiq. (2019=8). *Innovatie essentieel binnen Chemische industrie*. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van Scientiq: <http://www.scientiq.nl/nieuws/innovatie-essentieel-binnen-chemische-industrie>
- The European Chemical Industry Council. (2019, March 11). *Chemical Industry Contributes \$5.7 Trillion to Global GDP and Supports 120 Million Jobs, New Report Shows* - cefic.org. Retrieved May 13, 2019, from <https://cefic.org/media-corner/newsroom/chemical-industry-contributes-5-7-trillion-to-global-gdp-and-supports-120-million-jobs-new-report-shows/>
- Topsectorchemie. (2015, Juni 1). *Roadmaps topsector economie*. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van topsectoreconomie: [http://topsectorchemie.nl/uploads/userfiles/Roadmaps%20Topsector%20Chemie%202016-2019%20DEF%20\(3\)\(1\).pdf](http://topsectorchemie.nl/uploads/userfiles/Roadmaps%20Topsector%20Chemie%202016-2019%20DEF%20(3)(1).pdf)
- TNO. (2019). *Nanoned, Nederland voorop in nanotechnologie*. Opgeroepen op Mei 14, 2019, van tno: <https://www.tno.nl/nl/samenwerken/partners-van-tno/nanoned-nederland-voorop-in-nanotechnologie/>
- UNETO-VNI. (2017). *Brancheverkenning industrie*. Geraadpleegd van <https://www.uneto-vni.nl/stream/usp-rapport-brancheverkenning-industrie-sept-2017>
- Visionerobotics. (2018, 12 september). *Industrie: robotisering en digitalisering geen gevaar – Vision and Robotics*. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www.visionerobotics.nl/2018/09/12/industrie-robotisering-en-digitalisering-geen-gevaar/>
- V Thienen, S., Clinton, A., Mahto, M., & Sniderman, B. (2019). *Industry 4.0 and the chemicals industry*. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/chemicals-industry-value-chain.html>
- VNCI. (z.d.). *VNCI - Subdossier*. Geraadpleegd op 7 mei 2019, van <https://vnci.nl/themas/dossier-detail/subdossier?dossierid=3145760769>
- VNCI. (2018, 14 november). *VNCI - Evenement*. Geraadpleegd op 9 mei 2019, van <https://www.vnci.nl/agenda/evenement?eventid=3727753216>
- Wadyalkar, S. (2018, 23 juli). *3 Megatrends in the Chemical Industry* [Blogpost]. Geraadpleegd op 25 april 2019, van <https://blog.marketresearch.com/3-megatrends-in-the-chemical-industry>
- Wageningen University & Research. (z.d.). *Specialty-en fijnchemicaliën*. Geraadpleegd op 24 april 2019, van <https://www.wur.nl/nl/show/Specialty-en-fijnchemicalien.htm>
- Winterman, P. (2019, 28 december). *Nederlandse industriegiganten stoten weer méér broeikasgas uit*. Geraadpleegd op 8 mei 2019, van <https://www.ad.nl/politiek/nederlandse-industriegiganten-stoten-weer-meer-broeikasgas-uit~a4d6f3d0/>