



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Overview CHEMIE



Bron: Holst Centre

Inhoud

03 | Voorwoord

05 | Column

- 05 | Topsector Chemie: grenzeloze ambitie voor innovatie in chemie

07 | Frankrijk

- 07 | Chemie in Frankrijk
- 11 | Pôle de compétitivité voor chemie en milieu heeft focus op CO₂-valorisatie

13 | Duitsland

- 13 | Duitse chemische sector legt focus op verduurzaming

17 | Turkije

- 17 | Turkey's focal points: Advanced materials, nanotechnology and biobased economy

25 | Israel

- 25 | Chemistry in Israel

29 | Rusland

- 29 | Chemistry in Russia: An overview

35 | India

- 35 | Chemical sector in India: Room for Dutch knowledge&expertise.

37 | Singapore/Maleisië

- 37 | Verduurzamen reststromen van oliepalmbiomassa in Maleisië

41 | Japan

- 41 | Chemie blijft onmisbaar voor de Japanse maakindustrie

45 | Taiwan

- 45 | The Chemicals Top Sector in Taiwan

51 | China

- 51 | Opschoning en efficiëntie in de chemische sector in China

55 | Zuid-Korea

- 55 | Chemical industry in Korea

57 | Verenigde Staten

- 57 | Californische biobased economie staat in bloei

59 | Brazilië

- 59 | Brazilian chemical sector focusing on diversification & green chemistry

66 | Colofon

Voorwoord

Geachte lezer,

Voor u ligt een overzicht van het Innovatie Attaché Netwerk dat u een bloemlezing geeft over internationale trends en ontwikkelingen in de chemische sector in de landen waar het Ministerie van Economische Zaken Innovatie Attachés heeft gestationeerd. De Innovatie Attachés hebben aan de hand van de prioriteiten in Nederland bondige overzichten per land geschreven. Ze besteden aandacht aan de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen, toonaangevende bedrijven, kennisinstellingen en het overheidsbeleid in hun land. In dit overzicht wordt extra aandacht gegeven aan ontwikkelingen in nieuwe materialen, biobased economy en nieuwe chemische processen, waarbij duurzaamheid een doorsnijdend thema is.

Dit boekje is geschreven naar aanleiding van het congres “Internationaal Innoveren in de Chemie” dat door het TKI Chemie, SuschemNL en Innovatie Link samen met het IA Netwerk op 3 november 2016 in Utrecht in Eindhoven wordt georganiseerd. Tijdens deze dag komen Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen in contact met de Innovatie Attachés om ervaringen uit te wisselen, ideeën op te doen en kansen op samenwerking met het buitenland te signaleren.

Het Innovatie Attaché Netwerk is er ook voor u: bedrijven, kennisinstellingen en overheden met ambities ten aanzien van internationaal innoveren en samenwerken. Wij zijn actief in 16 landen. U kunt direct met één of meerdere Innovatie Attachés contact opnemen. U kunt ons inschakelen voor het leggen van contacten en voor dienstverlening op maat met betrekking tot internationaal innoveren. Innovatie Attachés zijn uw oren, ogen en – waar nodig – handen, zijn uw vraagbaak, gids en adviseur voor internationaal innoveren en samenwerken. Daarbij scouten zij naar nieuwe ontwikkelingen waarover zij gevraagd en indien relevant ook ongevraagd rapporteren.

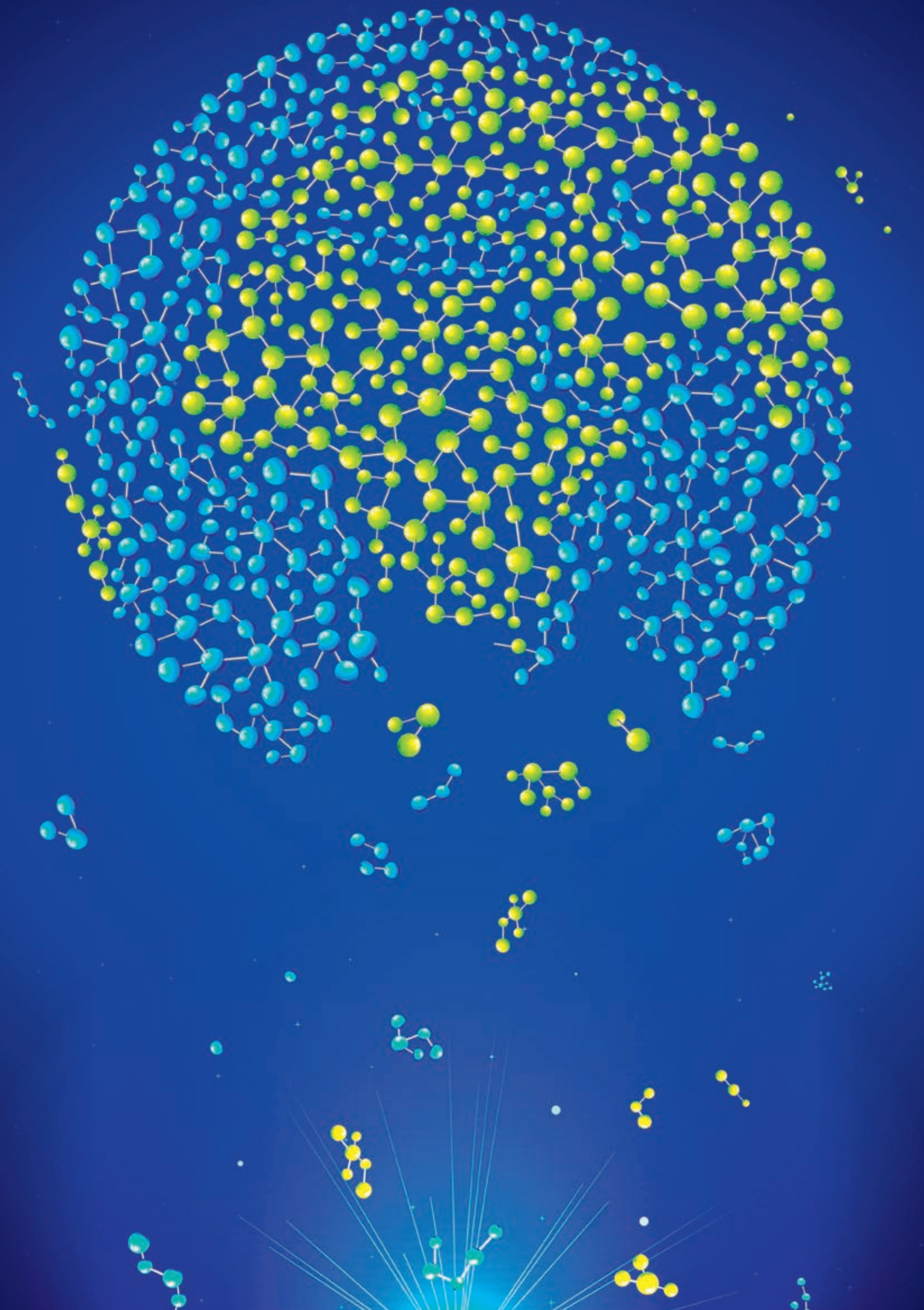
Mocht u naar aanleiding van de inhoud van dit overzicht vragen hebben of onze hulp willen inschakelen, dan staan wij u met veel plezier te woord. We zien er naar uit om in een persoonlijk gesprek met u te verkennen of en zo ja hoe we u bij uw internationale ambities kunnen ondersteunen. Het kan dan gaan over de (genoemde thema's binnen de) chemie sector, maar uiteraard ook over de andere topsectoren en innovatie thema's. U vindt onze contactgegevens achterin dit overzicht.

Ik wens u veel leesplezier!

Namens het gehele Innovatie Attaché Netwerk,
Bart Sattler,
Coördinator Innovatie Attaché Netwerk

Twitter: @ianetwerk

LinkedIn: <https://nl.linkedin.com/in/ianetwerk>



Column

Topsector Chemie: grenzeloze ambitie voor innovatie in chemie

Zonder chemie kan de wereld niet bestaan. Niet voor niets wordt chemie als een noodzakelijke 'enabler' gezien voor veel andere sectoren. De Nederlandse chemische wetenschap is op veel gebieden van wereldklasse. Dat werd onlangs onderstreept met de toekenning van de Nobelprijs voor Scheikunde aan één van onze topwetenschappers, professor Ben Feringa. Uiteraard een erkenning om heel trots op te zijn. Om koploper te blijven in de chemie en de andere sectoren in Nederland te blijven ondersteunen, moeten we blijven investeren. Zowel in innovatie als in (nieuwsgierigheid gedreven- en probleemgeïnspireerd-) onderzoek. In ons eigen land én in het buitenland.

Werken aan kennis en innovatie

Ondanks dat Nederland geografisch gezien een klein land is, behoren we tot de top vijf kenniseconomieën van de wereld. Kennis en innovatie in de chemie worden breed gedragen. Door de wetenschap, het onderwijs en het bedrijfsleven. Onze kennisinstellingen trekken er hard aan om de vooraanstaande positie die Nederland in de wetenschap heeft te behouden en te versterken. Bedrijven investeren honderden miljoenen per jaar in onderzoek en ontwikkeling om hun positie in de wereldtop vast te houden. Dat geldt eveneens voor de Nederlandse overheid, die met het topsectorenbeleid focus en financiële ondersteuning biedt en publiek-private samenwerking stimuleert. Op deze manier streeft Nederland naar een (wederzijdse) hefboom voor de investeringen van bedrijven en wetenschappers.

De nieuwe initiatieven en ontwikkelingen in de chemie zijn veelbelovend. Deze vinden plaats in de zogenaamde iLabs, COCI's en communities in de chemie. Verschillende partijen werken hier samen aan kennis en innovatie. Daarnaast blijken samenwerkingen in de Communities of Innovation en andere publiek-private gemeenschappen van de Topsector Chemie buitengewoon vruchtbaar voor zowel bedrijven als kennisinstellingen.

Buitenlandse ambities

Voor het realiseren van onze ambities is het buitenland onontbeerlijk. Contacten en samenwerking over de landsgrenzen bieden ongekende kansen en mogelijkheden.

Er wordt hierbij al goed gebruik gemaakt van de Nederlandse Innovatie Attachés (IA's) die in veel landen actief zijn. Maar het potentiële rendement is groter. De IA's zijn met hun specifieke lokale kennis, ervaring en aanwezigheid van onschatbare waarde. Zij kunnen de innoverende kennisinstellingen, communities, bedrijven en startups helpen om succesvol in het buitenland aan de slag te gaan. Deze publicatie geeft u een inkijk in de analyses van de IA's op een aantal thema's. Heeft u vragen hierover of wilt u weten wat de trends en ontwikkelingen in uw vakgebied in een bepaald land zijn? Aarzelt u dan niet om contact op te nemen met het Innovatie Attaché netwerk.

**Kortom: laten we samen
werk maken van onze
grenzeloze ambitie voor
innovatie in de chemie!**

Oscar van den Brink - Directeur TKI Chemie
Marius Weehuizen - Coördinator Internationaal Topsector Chemie



Frankrijk

Chemie in Frankrijk: Focus op hightechmaterialen, biobased processen en recycling van strategische grondstoffen

Feiten en cijfers

Arkema, Rhodia, Roquette, Faurecia, Airbus, Bénéteau en Sanofi: het zijn bekende namen uit de Franse chemiewereld en aanverwante sectoren. Naast deze grote bedrijven vult een veelheid van mkb's de sector aan. De Franse chemische sector is de op een na de belangrijkste in Europa en de vijfde ter wereld. Er zijn zo'n 157.000 mensen werkzaam. In 2015 had de sector een omzet van 75 miljard euro. De chemische sector vertegenwoordigt 8,2 procent van de Franse maakindustrie en 0,8 procent van het BNP. Het is de tweede exporterende sector van Frankrijk. De sector investeert jaarlijks 3,4 miljard euro in de productiemiddelen en 1,8 miljard euro in R&D.

De Franse chemie is sterk dankzij de grote omvang van de export, de concentratie van een aantal globale spelers en de voor Europa lage elektriciteitsprijzen. De problemen waarmee de sector kampt, zijn de hoge arbeidslasten en de soms belemmerende regelgeving.

Sleuteltechnologieën 2020

In mei 2016 verscheen 'Technologies Clés 2020', een boekwerk van 640 pagina's dat is opgesteld in opdracht van het Franse ministerie van Economie. In het boek bespreekt Frankrijk de voor het land belangrijke technologieën en uitdagingen voor de komende vijf jaar. Het ministerie van Economie doet deze exercitie al vijftien jaar, steeds voor een periode van vijf jaar. De positie van de Franse industrie, de academische wereld en de belangrijke spelers worden in Technologies Clés 2020 beschreven. Chemie wordt er niet als zodanig besproken, omdat het noch een technologie noch een toepassingsmarkt is. Maar een tiental van de 47 sleuteltechnologieën heeft een link met de chemie, zoals geavanceerde en actieve materialen, biobased processen, 3D printing, petrochemische processen, recycling

van kritische metalen en zeldzame aarden, microfluids, nieuwe generatie elektrochemische batterijen, synthetische brandstoffen, waterstof-technologieën en snelle diagnosetechnologieën (lucht, water, bodem).

Drie hiervan komen in dit artikel gedetailleerd aan bod omdat ze relevant zijn voor de Frans-Nederlandse relaties:

1. Geavanceerde en actieve materialen,
2. Biobased processen, 3. Recycling van kritische metalen en zeldzame aarden.

1. Geavanceerde en actieve materialen

Het produceren van materialen is als sleuteltechnologie aangewezen omdat het alle sectoren raakt, van de bouw tot de medische wereld en de automotive-industrie. Zo was de Franse composietenmarkt in 2012 goed voor 2 miljard euro. Een volume van 300.000 ton ging naar deze markt. De uitdagingen voor composieten en metalen zijn de verhoging van de duurzaamheid, de recyclebaarheid en de levensduur in markten als de luchtvaart, de automotive-industrie, de medische wereld en de energieproductie.

De Franse chemie is sterk dankzij de grote omvang van de export, de concentratie van een aantal globale spelers en de voor Europa lage elektriciteitsprijzen.

Frankrijk past voor zijn chemie strengere sanitaire- en milieuregelgeving toe dan de rest van Europa

SWOT-analyse van advanced materialen in Frankrijk

Sterktes: Frankrijk heeft spelers en opdrachtgevers van wereldniveau en sterke competenties qua composieten en nano-materialen.

Kansen: Veel sectoren zijn sterk aan het groeien. De overheid stimuleert bovendien een differentiatie-strategie via het innovatiebeleid.

Zwaktes: Het MKB heeft beperkt toegang tot geavanceerde materialen die nog in ontwikkeling zijn.

Bedreigingen: Er is sterke internationale concurrentie.

Sleutelspelers

Frankrijk beschikt over goede industriële en academische R&D-competenties. Bijzonder is het grote aantal startups dat actief is in deze sector.

Bedrijven

Fransen bedrijven op het gebied van composieten zijn bijvoorbeeld Faurecia, Plastic Omnium, Baudet, Bénéteau, Hexcel, Toray en Airbus. In de metaalverwerkende industrie gaat het om bijvoorbeeld Eramet, Safran en Airbus. Industriebedrijven in de gezondheidssector zijn Carmat (kunsthart), Adocia, Ademtech en Noraker. Industriële producenten van nanomaterialen zijn Mathym, McPhy, Nanoceram en 3D-Oxides. Andere belangrijke industriebedrijven die materialen gebruiken zijn Saint Gobain, Arkema, Affinisep, Lixol, Arjowiggins en Piezotech.

Innovatieonderzoek

Onderzoeks- en technische centra op materiaalgebied zijn bijvoorbeeld de Ecole des Mines Douai, Ecole centrale Nantes, Onera, INSERM, CEA Liten en CETIM. Opvallend is dat een groot aantal innovatieclusters (Pôles de compétitivité) gewijd is

aan materialen met ieder een eigen focus: Aerospace Valley, EMC2, Materialia, Matikem, Plastipolis, Techtera, Up-Tex en Axelera. Voorts de IRT's (Instituts de Recherche Technologique) Jules Verne, M2P, Railenium en AESE.

Franse positie ten opzichte van de rest van de wereld

Volgens 'Technologies Clés 2020' zit Frankrijk in de middenmoot als het om geavanceerde materialen gaat, zowel qua bedrijven als qua onderzoek.

2. Biobased processen

Een biobased proces gebruikt biomassa (groene grondstoffen) om met biotechnologische processen nieuwe producten te maken. Het meest gebruikte procedé hierbij is biokatalyse. Frankrijk beschikt als de vijfde chemie-natie ter wereld en de tweede in Europa over sterke middelen om marktleider te worden op het gebied van biobased chemie.

Commerciële uitdaging

De commerciële uitdaging van de biobased chemie ligt in de capaciteit van de sector om zich te organiseren, om alle benodigde competenties in huis te hebben en om op te schalen. De ontwikkeling van biobased procedés is in Frankrijk complex omdat er te weinig structuur zit in de waardeketen. De circulaire economie benadering vergt een toenadering van chemie en de afvalinzamelingssector. Voor de biobased chemie gaat het om de aanleveringscircuits van biomassa. Ook moeten onderzoek en industriële ontwikkeling nauwer hand in hand gaan. Momenteel worden veel biobased procedés in Frankrijk ontwikkeld, maar de industrialisatie gebeurt vervolgens in het buitenland.

Strengere regelgeving

De Franse regelgeving voor chemieparken heeft een remmende werking op de chemische sector. Frankrijk past voor zijn chemie strengere sanitaire- en milieuregel-

geving toe dan de rest van Europa, zoals Duitsland. Dit trekt de industriële prestaties naar boven. Maar dit vormt natuurlijk ook een rem op de concurrentiekracht.

De France Unie voor de Chemische Industrie heeft berekend dat de meerkosten voor de industrie tot 2020 tussen de 1,3 en 3,9 miljard euro bedragen ten opzichte van de minder strenge landen.

SWOT-analyse van de Franse biobased chemiemarkt

Sterktes: Sterke chemische industrie (zowel op Europees als wereldniveau), een belangrijk industrieel netwerk (inclusief cross-over-sectoren zoals agro-food), goede kwaliteit R&D-structuren en samenwerkingen en belangrijke natuurlijke hulpbronnen voor de ontwikkeling van biobased producten.

Kansen: De toenemende aandacht voor duurzame ontwikkelingen door zowel gebruikers als fabrikanten en steeds striktere regelgeving op Frans en Europees niveau.

Zwaktes: Procedés worden in Frankrijk ontwikkeld maar soms in fabrieken in het buitenland opgeschaald. Tevens is er een tekort aan competenties voor de 'verwaarding' van innovaties (met name voor startups en mkb) en een gebrek aan organisatie binnen de sector, met name waar het gaat om het toeleveringscircuit.

Bedreigingen: Sterke concurrentie van leidende landen in de biobased chemie, zoals Duitsland en de Verenigde Staten, en mogelijke gebruikskonflikten (met de voedsel- en energiesector) voor biomassa in de landbouw en lage olieprijs.

Sleutelspelers

De Franse biobased spelers zitten op het raakvlak van de chemische industrie, de agro-industrie, biotechnologie- en milieubedrijven. De overheid draagt actief bij aan de stimulering van de sector, onder

andere via twee doelstellingen: in 2020 een verdubbeling van de hoeveelheid biomassa in de chemische industrie en het scheppen van 5.000 directe banen.

Bedrijven

Zo gaat het om grote chemiebedrijven als Arkema, Solvay, Novacap, Sanofi, Pierre Fabre, Silab, Axens en daarnaast bedrijven uit de agrosector zoals Roquette, Avriol (Sofiproteol), Limagrain, Adisseo en Tereos. Maar er zijn ook bijzondere mkb's en startups die het goed doen. Deze bedrijven zijn met name afkomstig uit de biotech-hoek zoals Fermentalg, Deinove, Metabolic Explorer, LibraGen, Global Bioénergies en Carbios.

Onderzoek

Ook de Franse onderzoekswereld is op dit gebied ruim voorzien met de instituten Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), het Institut National de la recherche agronomique (INRA), het Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), het Institut Français du Pétrole et des Energies Nouvelles (IFPEN) en de Centres Techniques Industriels (CTI) als het Institut des Corps Gras (ITERG) en het Centre de Valorisation des Glucides (CVG). Daarnaast zorgt een veelheid aan structuren voor de link tussen onderzoek en ontwikkeling: de pôles de compétitivité Axelera, IAR en Plastipolis en de instituten voor energietransitie PIVERT, IDEEL en IFMAS.

Franse positie ten opzichte van de rest van de wereld

Frankrijk behoort tot de wereldtop van de biobased chemie, zowel qua industrie als qua onderzoek en ontwikkeling.

3. Recycling van kritische metalen en zeldzame aarden

Een metaal is kritisch als het aan twee criteria voldoet, enerzijds moet het van belang zijn voor de economie, bijvoorbeeld in de waardeketen van massaproducten en niet makkelijk te vervangen, anderzijds moet er sprake zijn van spanningen rond de toelevering van de kritische metalen. Samen met landen als de VS en Japan behoort Frankrijk tot de leiders van deze opkomende markt. Frankrijk heeft topinstallaties voor het scheiden van zeldzame aarden zoals in La Rochelle waar

één van de twee enige scheidingsinstallaties voor zeldzame aarden van Europa staat.

Ook beschikt Frankrijk over metaalinstallaties waar strategische metalen als wolfram en antimonium worden gescheiden. Ook de Franse R&D is op dit gebied, zowel publiek als privaat, sterk te noemen.

SWOT-analyse van recycling kritische metalen in Frankrijk

Sterktes: De aanwezigheid van recycling-units in het land, bedrijven die bij de wereldtop meetellen en een innovatief R&D-netwerk.

Kansen: Een steeds grotere afhankelijkheid van veel ontwikkelde landen, inclusief Frankrijk, ten opzichte van landen die kritische metalen exporteren. Die situatie biedt extra kansen aan landen die voorop lopen. Dankzij strengere regelgeving is er steeds meer elektrisch en elektronisch afval voorhanden. Er is daarnaast nationale en internationale steun voor recycling in het algemeen.

Zwaktes: Inzamelingssectoren zijn slecht gestructureerd en bijna niet rendabel. Fabrieken zijn niet aangepast aan complexe recycling-processen. Afwezigheid van specifieke stimulerende regelgeving voor de recyclingmarkt voor kritische metalen. Trekkers van innovatieve projecten krijgen met moeite financiering.

Bedreigingen: De lastige technische belemmeringen voor wat betreft de inzameling en het scheiden. Een tekort aan competenties dat zou kunnen toenemen. Concurrentie uit landen zoals Japan en de VS.

2016: Sluiting zeldzame aardenrecycling door Solvay

De zwaktes en bedreigingen voor deze sector kwamen in 2016 helaas duidelijk aan het licht. Solvay besloot te stoppen met het revolutionaire recyclingatelier voor zeldzame aarden dat het in 2011 in La Rochelle startte. De redenen hiervoor waren economisch. Destijds begon China de export van zeldzame aarden aan banden te leggen. Dat bracht op de markt reële spanningen met zich mee. Sinds 2013 is er sprake van een daling van het gebruik van zeldzame aarden. Reden is de vervanging van spaarlampen door LED-lampen gecombineerd met een stabiele export uit China. De prijs van zeldzame aarden is dusdanig gedaald dat recyclen op dit moment economisch niet meer rendabel is.

Sleutelspelers

Een aantal grote bedrijven, maar ook mkb's en startups, werkt aan veelbelovende R&D-projecten.

Bedrijven

De grote bedrijven in de race zijn Rhodia, Solvay, Recyclex en Eramet. De MKB's zijn bijvoorbeeld Recytech, Baudet Environnement, Terra Nova en Neo Eco. De startups die meetellen zijn Verseau, Recupyl en Nireatm/Bigarren Bizi.

Onderzoek

Het onderzoek op dit gebied gebeurt met name binnen de pôles de compétitivité Team, Elastopole en Materialia. Verder doen instituten als CEA en het Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) mee aan (Franse) projecten als Valoplus, voor wat betreft zeldzame aarden in spaarlampen en aan Enviree, betreffende de verwerking van mijn- en industrieafval. Recycling was in 2015 één van de zeven ambities uit het programma van het 'Nieuwe Frankrijk van de Industrie'.

De commerciële uitdaging van de biobased chemie ligt in de capaciteit van de sector om zich te organiseren, om alle benodigde competenties in huis te hebben en om op te schalen.

Franse positie ten opzichte van de rest van de wereld

Frankrijk behoort tot de wereldtop op het gebied van recycling van kritische materialen, zowel qua industrie als qua onderzoek en ontwikkeling.

Kansen voor Nederland

Dit artikel heeft drie Franse subsectoren uit de chemie besproken, geavanceerde materialen, biobased processen en recycling van kritische metalen en zeldzame aarden.

Alle gebieden waarop Nederland ook sterk inzet. Frankrijk en Nederland zijn zoals vaak

complementair en zouden door hun krachten te bundelen mooie samenwerkingsprojecten kunnen opzetten. Zoals bijvoorbeeld DSM samen met Roquette de JV Reverdia opzetten dat nu succesvol biobased barnsteenzuur produceert. Of zoals TenCate Advanced Composites hightech thermoplastische composietmaterialen aan de Airbus Groep levert voor onder meer de luchtvaart en ruimtevaart.

Het Innovatie Attaché Netwerk in Parijs biedt hierbij graag ondersteuning.

Bronnen

1. Website van de Franse Unie van de Chemische Industrie UIC
<http://www.uic.fr/Industrie-chimique/Chiffres-cles>
2. Technologies Clés 2020, Préparer l'Industrie du Futur, DGE, Ministerie van Industrie
<http://technologies-cles-2020.entreprises.gouv.fr/>

Meer informatie

Joannette Polo

Email: joannette@hollandinnovation.fr

Frankrijk

Pôle de compétitivité voor chemie en milieu heeft focus op CO₂-valorisatie

Op het gebied van chemie is een groot aantal Pôles de Compétitivité, concurrentieclusters, in Frankrijk actief. Deze pôles vormen sinds een aantal jaar een belangrijke spin in het web van de Franse kennis- en innovatiestructuur. Ze brengen publieke en private partijen samen rond R&D-projecten en dragen bij aan het opzetten van een regionale infrastructuur zoals open innovatie en R&D-platforms. De pôle die het sterkst gerelateerd is aan chemie heet Axelera, de pôle die gewijd is aan biobased chemie voor non-food toepassingen heet IAR (Industrie et Agro-Ressources) en de aan materialen gewijde pôles zijn EMC2 (composietverwerking), Materialia en Plastipolis. Daarnaast is pôle Cosmetic Valley gewijd aan cosmetica en parfums, Aerospace Valley richt zich op aerospace en er is een viertal automotive gerelateerde pôles.

Axelera

Gekozen is om hier dieper in te gaan op de pôle Axelera, actief op het raakvlak tussen chemie, milieu en energie. De pôle heeft enerzijds een internationale uitstraling en anderzijds een sterke regionale inbedding. Axelera telt meer dan 325 leden, grote en kleine bedrijven, kennisinstellingen en opleidingen uit de sector chemie en milieu. Axelera brengt spelers uit verschillende hoeken bij elkaar, bijvoorbeeld materialenfabrikanten, integrators, assembleerders, industriële diensten-aanbieders, energie efficiency- en milieudiensten-aanbieders, laboratoria, scholen en technische centra op het gebied van milieu en chemie.

Vijf strategische assen

Axelera heeft vijf strategische assen: 1. Duurzame en hernieuwbare grondstoffen, 2. De eco-efficiënte fabriek, 3. Materialen en producten voor de industrie sectoren, 4. Recycling en recyclebaarheid, 5. Behoud en renovatie van natuurlijke en stedelijke ruimtes.

CO₂-verwaarding

Eén van de onderwerpen waar Axelera zich op richt is de verwaarding van CO₂. Zo deed de pôle mee aan het Europese project SCOT, Smart CO₂ Transformation, dat in oktober 2013 startte. Er deden ook twee Nederlandse partijen mee aan dit consortium: het bedrijf Trinomics en Milieudienst Rijnmond. Het doel van het programma was groei, banen scheppen, energietransitie en de circulaire economie promoten door te laten zien dat je van CO₂ waardevolle producten als brandstof en materialen kunt maken.

Frankrijk is actief op het gebied van CO₂-verwaarding via verschillende projecten die worden aangestuurd door het instituut voor energietransitie IDEEL. Het programma Valorco zoekt bijvoorbeeld naar valorisatie van CO₂-emissies door de staalindustrie. Het heeft een budget van 17 miljoen euro en de coördinatie is in handen van ADEME, agentschap voor energie en duurzaam. Een tiental partijen doen daaraan mee, waaronder ArcelorMittal en en IFPEN. Een ander project is Valco2 II, waarvan de coördinatie bij Solvay ligt. Doel van het project is het bestuderen van drie valorisatiemethoden van CO₂ als grondstof en energie voor de chemische industrie. Tenslotte gaat Frankrijk een instituut oprichten, een Nationaal Observatorium van industriële CO₂-bronnen, met als doel het identificeren van de uit milieu- en economisch oogpunt meest veelbelovende oplossingen voor industriële CO₂-emissies.

Meer informatie

Joannette Polo

Email: joannette@hollandinnovation.fr

Frankrijk

Duitsland

Duitse chemische sector legt focus op verduurzaming

De chemische sector is met 330.000 werknemers en een totale omzet van 142 miljard euro in 2015 een van de pijlers van de Duitse economie. De private R&D-uitgaven liggen volgens branchevereniging VCI rond de 4,4 miljard euro per jaar. Om haar bijdrage te leveren aan de reductie van de CO₂-uitstoot en ook in de toekomst haar concurrentiekracht te behouden, staat de sector voor de uitdaging de afhankelijkheid van olie en gas te verminderen.

Onderzoeksprogramma's van de Duitse chemische sector zijn al jaren gericht op het verminderen van grondstoffen- en energiegebruik. Er zijn groot-schalige en efficiënte chemieparken ontstaan, waarin reststromen worden hergebruikt voor andere processen. Maar voor de volgende stap in het verminderen van de afhankelijkheid van olie en gas zijn radicalere innovaties nodig. Aardolie als grondstof kan vervangen worden door biomassa. Door processen te elektrificeren, kan gas als energiebron voor chemische processen worden vervangen door duurzaam opgewekte elektriciteit (zon, wind).

Dit artikel gaat in op de ontwikkelingen in Duitsland rondom de thema's biobased economy en elektrificatie, bovendien worden de ontwikkelingen in accutechnologie en productie beschreven.

Chemie en de Duitse energiewende: power-to-x

In Duitsland kijken energie-experts genuanceerd naar het thema 'power-to-gas'. Aan de ene kant biedt deze technologie veel potentieel om fluctuaties in het elektriciteitsnet op te vangen en zo de Duitse 'energiewende' een stap vooruit te helpen. Aan de andere kant zijn er nog technische problemen, is de efficiëntie van huidige installaties relatief laag en is de technologie bovendien duur. Naast over power-to-gas wordt in Duitsland steeds vaker

gesproken over 'power-to-x': elektriciteit met verschillende methodes omzetten in andere energiedragers. Dat kunnen gassen zoals waterstof of methaan zijn, maar ook vloeibare brandstoffen of basischemicaliën.

Kopernikus

Power-to-x is een van de vier centrale onderzoekslijnen binnen Kopernikus, een 120 miljoen euro zwaar onderzoeksprogramma van de Duitse overheid voor de energiewende. Binnen het deelproject P2X2 werken 18 instituten en 27 bedrijven onder coördinatie van de RWTH Aachen, het Forschungszentrum Jülich en de DECHEMA. Wetenschappelijk gezien is Prof. Schlögl, verbonden aan twee Max-Planck-Instituten in Mühlheim an der Ruhr en Berlijn, en een veelgehoord adviseur van de regering bij onderzoeksbeleid, een van de centrale krachten achter het programma.

Centraal staan twee onderzoeksthema's:

- Het ontwikkelen van grootschalige flexibel inzetbare elektrolysesystemen. Van belang zijn onder andere materialen voor elektrolyse bij hoge druk en hoge temperatuur, spaarzaam omgaan met edelmetalen en het in de praktijk testen op grote schaal.
- Er is onderzoek nodig naar verschillende chemische procesketens waarmee elektriciteit zo efficiënt mogelijk in chemische producten kan worden omgezet. Er is veel aandacht voor het vergelijken van de CO₂-footprint en kosten van verschillende reactieketens en ook hier voor het testen op grote schaal.

Power-to-gas platform

Het Duitse energieagentschap Dena heeft in 2011 een nationaal power-to-gas platform opgericht met als doel overleg en advies over technologische opties en overheidsbeleid. Deelnemers aan het

platform zijn onderzoeksinstituten (zoals het Center for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Württemberg (ZSW) en Fraunhofer IWES in Kassel), energieproducenten (E.ON, EnWB), energieleveranciers (Open Grid Europe, Gasunie Deutschland) en enkele relevante brancheverenigingen. In 2012 heeft het platform een roadmap voorgesteld waarin voor verschillende ontwikkelingsfasen (beleids)adviezen worden gegeven. Ook definiëren ze op hun website vijf 'stelschroeven' waaraan gedraaid moet worden om power-to-gas in de praktijk te brengen. Zie www.powertogas.info

“CarbonzChem wil de CO₂-uitstoot van staalfabrieken omzetten in brandstoffen, kunststoffen en kunstmest”

Staalindustrie - CarbonzChem

Een interessant project is CarbonzChem. Tot 2015 investeert het Duitse onderzoekministerie 60 miljoen euro en een aantal grote bedrijven uit de Duitse staalindustrie 100 miljoen euro in dit project. Het doel is om CO₂ uit de uitstoot van staalfabrieken met behulp van elektriciteit in brandstoffen, kunststoffen en kunstmest om te zetten. Zo wil de belangrijke Duitse staalindustrie (90 duizend werknemers en 10 procent van de Duitse industriële CO₂-uitstoot) zich voorbereiden op de toekomst met strengere emissienormen.

Grote vraag naar batterij- en accutechnologie

Omdat verwacht wordt dat power-to-x technologie pas op langere termijn een bijdrage gaat leveren aan de flexibiliteit en stabiliteit van het Duitse elektriciteitsnet, wordt er veel aandacht besteed aan het ontwikkelen van efficiënte en betaalbare mogelijkheden voor energieopslag. Door het grote en snel stijgende aandeel duurzaam opgewekte elektriciteit in het Duitse elektriciteitsnet, stijgt de vraag naar grootschalige stationaire batterijen. Bovendien installeren veel producenten van duurzame energie, waaronder veel consumenten, op kleine schaal al lokaal

energieopslag. Door veranderingen in de subsidiewetgeving wordt het installeren van zonnepanelen op het dak vaak met het neerzetten van een energieopslagsysteem in de kelder gecombineerd.

Missing link voor elektrische automotive industrie

Een extra boost krijgt de ontwikkeling van batterijen doordat de Duitse automotive industrie sinds een aantal jaar vol inzet op het thema elektromobiliteit. Krachtige, betaalbare accu's zijn volgens de ontwikkelaars in de automotive op dit moment de 'missing link' bij de ontwikkeling van

elektrische voertuigen. De batterij is het meest waardevolle onderdeel van een elektrische auto en bepaalt zo'n 40 procent van de toegevoegde waarde. De grote Duitse automotive spelers gaan allianties aan of investeren zelf in batterijtechnologie en elektrochemische kennis. Vanuit het Duitse perspectief zit het probleem vooral in de batterijcel. Op dat gebied hebben Aziatische producenten en ook de VS een technologische voorsprong.

Batterijcellen weer in eigen land produceren

Duitse autoproducenten willen niet alleen deze technologische achterstand inhalen, maar deze batterijcellen ook weer in Duitsland gaan produceren. Men wil voor deze sleuteltechnologie niet afhankelijk zijn van concurrenten en ook geopolitieke risico's uitsluiten. Voor de andere onderdelen van een batterij (onderdelen, materialen, componenten, de batterij zelf) heeft men wel voldoende technologie in huis. Technologisch gaat het om verdere optimalisatie van de bestaande 3^e generatie Lithium-ionen technologie, en om de zogenaamde 4^e generatie post Ionen-technologie. Deze nieuwe generatie batterijcellen moet het mogelijk maken dat elektrische auto's een reikwijdte van

500 kilometer kunnen halen, tegen kosten die concurreren met die van conventionele auto's.

Onderzoeksprogramma 'Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen'

De Duitse overheid financiert veel onderzoek naar verschillende vormen van energieopslag voor zowel stationaire als mobiele toepassingen. Binnen het onderzoeksprogramma 'Energiespeicher für stationäre und mobile Anwendungen' zijn sinds 2012 zijn 160 projecten gestart. Een overzicht van de lopende projecten staat hier: www.forschung-energiespeicher.info. In het KLiB Kompetenznetzwerk Lithium Ionen Batterien e.V. werken 25 industriële partners, waaronder BASF, VARTA, Evonik en onderzoeksinstituut ZSW, samen aan de ontwikkeling van Lithium-ionen accu's. Men richt de aandacht op fundamenteel, maar vooral ook op toegepast niveau, op zowel individuele cellen als complete accu's en accumanagementsystemen. De belangrijke stap om nu ook de productie van Li-Ion accu's te optimaliseren, wil men gezamenlijk zetten in het eLab in Ulm (Baden-Württemberg). Het eLab kwam onlangs nog met een bericht dat een batterijcel met Lithium-Nickel-Mangaanoxide is ontwikkeld, met een 40 procent hogere energiedichtheid dan de huidige batterijcellen.

Nieuwe Duitse biobased strategie vanaf 2017

Naast energetisch gebruik vormt het gebruik van biomassa als grondstof voor chemische producten een tweede, in de toekomst belangrijker wordende pijler. In 2015 werd van alle landbouwgronden 13 procent beplant voor biomassaproductie voor energetisch gebruik, tegenover slechts 2 procent voor industrieel gebruik. Op dit moment domineert het energetisch gebruik dus nog qua benodigde oppervlakte en wordt binnen de industriële biotechnologie door de overheid vooral technologieontwikkeling gestimuleerd.

In 2009 heeft de Duitse regering het adviesgremium Bioökonomierat opgericht. Dit onafhankelijke gremium wordt bezet door zeventien leden uit wetenschap en industrie en rapporteert regelmatig

“Kopernikus is een onderzoeksprogramma van de Duitse overheid voor de ‘energiewende’”

concrete adviezen. De kernboodschap is dat door meer kennis en technologie de industrie steeds meer op basis van duurzame, biologische grondstoffen kan gaan draaien. In samenwerking met de Bioökonomierat werkt het Ministerie voor Onderzoek (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF) op dit moment aan de opvolging van haar nationale onderzoeksstrategie BioÖkonomie 2030 die in 2017 eindigt. Binnen BioÖkonomie 2030 was 2,4 miljard euro beschikbaar gesteld voor onderzoek en pilotprojecten. Volgens de Bioökonomierat zouden een tweetal uitdagingen, niet alleen technisch van aard, centraal moeten staan in de nieuwe strategie die 2017 gaat starten:

- Biobased chemische producten zijn meestal nog duurder dan conventionele, uit aardolie geproduceerde tegenhangers. Er zijn dus financiële drivers nodig om nieuwe producten te gaan produceren. Dat kan een ‘market-pull effect’ zijn van consumenten die bereid zijn voor duurzamere producten te betalen, maar ook gunstigere wet- en regelgeving kan de biobasedproductie bevorderen.
- Om schaalvoordelen te benutten, moeten beschikbare biotechnologische processen opgeschaald worden. Er zijn nog grote stappen te zetten bij het ontwikkelen van specialistische kennis van bijvoorbeeld gebruikte micro-organismen, biokatalysatoren, fermentatieprocessen, scheidingstechnologie en procestechnologie. Bovendien is het een vereiste om op grote schaal de beschikbaarheid van biomassa met een constante kwaliteit te kunnen garanderen.

Duitse biobased onderzoeksclusters

Spitzencluster Bio-Economy. Dit cluster is een van de winnaars uit de derde ronde van de zogenaamde Spitzencluster-competitie van het onderzoekministerie BMBF. Het cluster bestaat uit innovatieve MKB'ers, onderzoeksinstituten en grote concerns als Vattenfall, Dow en Linde. Het cluster richt

zich op de integratie van energetisch en industrieel gebruik van non-food biomassa. Een clusterbreed management van grondstofstromen en het ontwikkelen en opschalen van processen hebben prioriteit. Activiteiten spelen zich voornamelijk af rond het Chemisch-Biotechnologische Prozesszentrum (CBP) in het chemiepark Leuna in de deelstaat Sachsen-Anhalt. Dit Fraunhofer instituut voor toegepast onderzoek richt zich op het opschalen van technologie op het gebied van onder andere fermentatie en scheidingstechnologie (van cellulose).

CLIB2021. Gestart als onderzoeksproject en gefinancierd door het bondministerie van onderwijs en onderzoek en de deelstaat Noordrijn-Westfalen is CLIB2021 inmiddels uitgegroeid tot een van de leidende clusterorganisaties. Doelstelling van het cluster is het verbinden van wetenschap en industrie in verschillende technologieplatforms waaronder polyomics, biokatalyse en downstream processing. De grote Duitse chemische industrie is vertegenwoordigd (Bayer, BAS; Henkel, LANXESS, Evonik, Henkel), net als tientallen middelgrote en kleine bedrijven. Ook verschillende kennisinstellingen zijn lid. De TU Dortmund en onderzoekscentrum Jülich zijn centrale spelers in de projecten van CLIB2021. CLIB2021 is in Duitsland inmiddels dermate stevig verankerd dat ze voor haar stakeholders op zoek is naar internationale strategische partnerships. Dat leidt ertoe dat CLIB2021 inmiddels vertegenwoordigingen heeft in Rusland, Canada en Brazilië. Ook met het Nederlandse BE-BASIC is een samenwerkingsovereenkomst getekend. Er wordt onder andere samengewerkt in het Duits-Nederlands-Vlaams project BioInnovation Growth mega-Cluster (BIG-C).

IBB Netzwerk. Het Industriële Biotechnologie Bayern (IBB) Netzwerk bundelt bedrijven en kennisinstellingen in de deelstaat Beieren. Onder leiding van Prof. Dr. Haralabos Zorbas werkt het IBB Netzwerk, met veel regionale partijen, ook aan internationalisering. Het belangrijkste instituut in Beieren

is het nationale Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (KoNaRo) in Straubing. In dit centrum werken verschillende instituten samen aan verschillende delen van de biomassaketten. Straubing wil een hub worden voor biomassa-afvalstromen via de Donau uit Zuidoost-Europa.

Bio-Pro. In de deelstaat Baden-Württemberg is de organisatie Bio-Pro gevestigd. Deze breed georiënteerde, deels gesubsidieerde organisatie heeft een aandachtsgebied dat inhoudelijk sterk uiteenloopt: farmacie, landbouw, chemie en medische technologie. De industriële biotechnologie is wel één van de belangrijkste inhoudelijke pijlers, samengebracht in het biopolymers/biomaterials-cluster van Bio-Pro. Het cluster heeft van het ministerie van onderwijs en onderzoek (BMBF) 10 miljoen euro ontvangen voor de uitvoering van onderzoeksprojecten tot 2021. De profielen en de kennis van de deelnemende bedrijven (groot en klein) en instellingen in die biopolymeren/materialen clusters zijn uitvoerig beschreven en goed te vinden op de website van Bio-Pro.

Biokatalyse2021. Met het wetenschappelijk zwaartepunt in het noorden van Duitsland, richt dit cluster zich op biokatalyse. Bedrijven die deelnemen zijn o.a. BASF, Danisco Deutschland GmbH, Eurofins Analytik GmbH Evonik Goldschmidt GmbH, Henkel AG & Co. KgaA, Linde Engineering Dresden GmbH, Merck KgaA, MILTENYI BIOTEC GmbH, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Siemens AG, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Symrise GmbH AG, Süd-Chemie AG en Westfalia Separator Industry GmbH. Deelnemende kennisinstellingen en universiteiten komen voornamelijk uit Hamburg, Bremen, Hannover en Kiel. Een voorbeeldproject vanuit dit cluster is het onderzoek naar oplosmiddelvrije, snelle biokatalyse ten behoeve van de cosmetica-industrie.

Meer informatie

Joop Gijljamse

Email: joop.gijljamse@minbuza.nl

Duitsland

Turkiye

Turkey's focal points: Advanced materials, nanotechnology and biobased economy

Chemicals produced in Turkey can be classified into six categories:

- paints & coatings
- fertilizers, detergents
- cosmetics & personal care products
- inorganic chemicals
- plastics and rubbers.

Micro- and small companies manufacture 83 percent of these products.

The Turkish chemicals industry is clustered in several industrial areas. Petroleum refineries feed many of the petrochemicals manufacturing complexes and other manufacturing facilities. The main refineries are located in the region of Kocaeli and the cities Izmit, Izmir, Kirikkale and Batman. The largest refineries (in Izmit and Izmir) mostly supply raw materials to adjacent petrochemicals complexes. These complexes produce the main raw materials for the smaller manufacturers in the plastics, personal care products, detergents and rubber sectors. For example ethylene, propylene, polystyrene and polyvinylchloride (PVC). The Kirikkale refinery supplies transportation fuel and chemicals to the growing industrial zones in Anatolia (Turkey, 2015).

Locations

Many manufacturing complexes that serve different industries are clustered around Kocaeli, which is close to Istanbul. The city of Izmir is also a strategic port. The petrochemicals complex in this region feeds many regional industries and provides the bulk of exports from the chemicals industry. Cities such as Eskisehir, Kayseri and Konya are increasing their industrial output at a steady pace. The natural gas hubs located in Samsun and Adana could provide easy access to raw materials required by the industry (Turkey, 2015).

Lastly, you can find a rubber and plastics cluster at OSTIM, an organized industrial zone near Ankara consisting mostly of micro- and small companies.

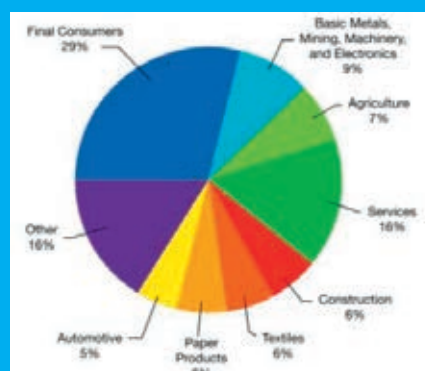


Figure 1: Turkey's chemicals industry supplies raw materials to a variety of other manufacturing sectors (Turkey, 2015)

Innovation and technology development focus

In its latest strategy document for the chemical sector, the Turkish Ministry of Science, Industry and Technology signals the lack of research and development as one of the weak points of the sector (BAKANLIĞI, 2012). However, slowly several focal points appear to emerge. These points focus on advanced materials, nanotechnology and the biobased economy.

Advanced materials

The push for the development of advanced materials stems mostly from the end users in the aerospace, automotive and paint sector. Recently a Composite Center of Excellence was established at Istanbul Technopark, which is a public private cooperation between Kordsa Global, Sabanci University and the

Product	2009	2010	2011
Paints and Coatings, m.t.			
Aqueous Paints	370,000	513,000	579,000
Nonaqueous Paints	250,000	330,000	403,000
Other Paints	663,000	644,000	985,000
Printing Inks	45,000	58,000	62,000
Pigments	31,000	58,000	73,000
Fertilizers, m.t.			
Nitrogen-Based	7,100,000	6,900,000	6,500,000
Phosphorus-Based	2,900,000	2,400,000	2,400,000
Detergents, Cosmetics, and Personal-Care Products, m.t.			
Soaps	169,000	170,000	197,000
Detergents	1,279,000	1,343,000	1,423,000
Creams	12,500	14,600	16,900
Perfumes	12,800	15,200	24,900
Inorganic Chemicals, m.t.			
Hypochlorites	228,000	314,000	347,000
Oxygen Compounds	85,000	106,000	105,000
Metal Oxides	3,950	4,75	6,870
Plastics, US\$ billion			
Industrial Plastics	4.1	5.1	5.5
Sheets and Films	0.80	0.90	1.1
Cellulose Tubes	0.80	0.90	1.0
Polycarbonates	0.30	0.50	0.80
Rubbers, US\$ billion			
Tires	1.1	1.5	1.8
Vulcanized Rubber	0.6	0.7	0.7
Tubes, Pipes, Hoses	0.2	0.5	0.6

Figure 2: Most chemical categories' production is on the rise (Turkey, 2015)

Undersecretariat of the Ministry of Defense (SSM) (1). Together with Turkish Aerospace Industries (TAI) SSM also supports the DowAksa Global Composites Center. This is a high technology facility designed to advance Turkey's carbon fiber and other reinforcement composites. They manufacture mainly for aerospace applications in both defence and commercial aviation. But also target the infrastructure, marine, wind energy and transportation sectors (2). Additionally, negotiations between the Turkish government and Rolls-Royce are on-going for the establishment of an Advanced Manufacturing Center (AMTC), with a focus on additive manufacturing as well. Composites are often mentioned as a strong topic for collaboration between Dutch and Turkish organizations. The composite applications with high growth potential in Turkey are as follows:

1. Carbon Fiber Applications

There's an increase in demand for carbon fiber due to its lightness and high resistance properties. The government of Turkey has provided incentives for carbon fiber production. Carbon fiber is primarily used in aerospace and defence industries, wind turbine blades, plastics for electronics, pressurized vessels, automotive, building and construction reinforcement, maritime and oil platforms.

2. GRP Pipe Applications

Due to an increase in irrigation projects, Glass Fiber Reinforced Polyester (GRP) pipe production is particularly increasing in Turkey. Currently, pipes with a diameter of up to four meters are being produced in the country.

3. Automotive and Transport

Increased efficiency remains a top priority of the automotive sector. The simplest method is to manufacture lighter vehicles and increase composite material utilization as a tool for lighter weight in vehicles. Turkey is an important production base with nineteen major automotive producers. Therefore, an increase in the composite materials market is expected in this sector.

4. Greenhouse applications

As greenhouse cultivation develops, obstacles to cutting edge greenhouse investments have been eliminated. Also incentives have been implemented in recent years in Turkey, paving the way for greenhouse producers. Because of new technologies greenhouse producers can use cheaper and more durable cutting edge applications. In this context, GRP greenhouse applications are becoming more widespread. Both in Turkey and worldwide.

5. Solar panels

Significant growth is expected in the production of solar energy. As a renewable source, solar panels should be an important market for composite materials. Although still at an initial stage, prototype trials of composite materials are giving positive results. It is likely that in the near future, composites will replace steel as reinforcement in hospital construction, especially because steel blocks electromagnetic signals. A 20 percent growth is anticipated in this area.

6. Wind energy

Wind energy accounts for a large share in renewable energy and Turkey is in the lead in Europe, among countries with the highest wind potential. The key elements of a wind turbine are the rotor blades and the generator that produces the power. Wind turbine blades are made of composites with high mechanical strength. Epoxy, which is least affected by environmental impacts, is used as a matrix. Carbon, aramid and glass fibres are used to ensure fatigue strength. Due to its performance and advantageous price, glass fibre is particularly sought after. However, the demand for carbon fibre to strengthen the blades is gradually increasing because the blade lengths extend from 40 metres to 65 metres. As response to increases in turbine capacities. Wind energy should register growth of up to 18-20 percent in the near future; as it is being counted on to relieve the energy bottleneck in Turkey.

7. Engineering plastics

Thermoplastic resins, especially when reinforced with fibres, offer unique advantages for composite products. Designers are focusing on the properties of thermoplastic composites to increase product performance and lower production costs. Thermoplastic resins are structurally robust and exhibit extraordinary impact resistance. They reach their maximum hardness when cooled. Due to these features, they can contribute to reduce the cost of parts. Reinforced thermoplastics account for 36 percent in value and 38 percent in volume of the world's composite production. In Turkey this rate is still around 10 percent, so the country has room to develop in thermoplastics.



Figure 3: Source: ULUSAL NANOTEKNOLOJİ AR-GE VE YENİLİK STRATEJİ BELGESİ VE EYLEM PLANI 2015-2019

Nanografen is a spin off of Sabancı University Nanotechnology Research & Application Center (SUNUM) and develops reinforced composites with the help of graphene for use in aerospace applications.
More info: http://www.nanografen.com.tr/en_index.html

Solar fuels

Koç – TUPRAŞ Energy Research Center (KUTEM)

In 2012 TUPRAŞ, Turkey's biggest oil refiner, joined forces with Koç University to establish KUTEM: a research center dedicated to the following topics:

1. Making fossil fuels cleaner and more efficient.
2. Utilize coal resources for electricity and liquid fuel production.
3. Find alternative sources for the production of biofuel (algae, forest residues and switchgrass).
4. Conduct research into solar fuels through photocatalytic splitting of water and hydrocarbons to produce hydrogen.

Another research center that is concerned with electrification processes is the Karabudak Research Lab of the Faculty of Science of Izmir Institute of Technology. This center focuses on solar fuels, artificial photosynthesis, microfluidics and biomedical devices. The director of this lab pursued post-doctoral research at MESA+.

Lastly, Professor Kasım Ocakoglu of Mersin University participates in the Solar fuel tandem collaborative research project of the Eurosolar-fuels ESF Euroscores program. Leiden University also participates in this project.

Electrification of mobility

Next to the development of lightweight materials for the automotive industry, there is a push for the development of electric powertrains, fuel cells and battery technology. The National Science Council TÜBİTAK conducts research on fuel cells, battery technology and energy storage through its TÜBİTAK-MAM research center. DMA Oto has developed its own electric drivetrain for use in vehicles. Companies such as Yiğit Akü have developed battery systems for use in electric cars and several companies such as DMA Oto and AIM Energy are actively developing energy storage systems.

Nanotechnology

The Turkish government sees the importance of nanotechnology. In 2014 the Ministry of Science, Industry and Technology published a national nanotechnology strategy. This strategy focuses on improving the R&D infrastructure regarding nanotechnology and to improve the use of nanotechnology by small and medium sized companies. Nanotechnology is relatively well funded by the Turkish government. Nanotechnology research centers received the majority of funding for the establishment of national R&D centers of excellence.

The following research centers received funding from the Turkish government:

Institutions	Investment	Remarks
Middle East Technical University – METU Center	15M USD	Focuses on semiconductor nanostructures for nanophotonics and nano-electronics, magnetic nanoparticles, heterogeneous catalysis and molecular biology and biotechnology.
Bilkent National Nanotechnology Center	70M USD	See annex 2.
Anadolu University Ceramic Research Center	10M USD	First example of successful pre-competitive research consortium is now a university-industry owned corporation and provides the industry access to better infrastructure and technical support.
Bilkent NanoTechnology Research Center	25M USD	See annex 2.
Sabancı University Nanotechnology Research & Application Center (SUNUM)	35M USD	SUNUM is one of the leading nanotechnology research centers in Turkey and has strategic research alliances and forms pre-competitive consortiums and collaborations with many national and international universities, research centers, companies and professional unions. Their focus areas are food & agriculture, structural materials, biotechnology, energy, environment, water and defense.
TÜBİTAK-MAM Materials Institute	10M USD	This is a part of the National Science Council TÜBİTAK and co-organized a technology matchmaking mission on (thin-film) photovoltaics June 2016.
Koç University Surface Science and Technology Center	10M USD	This is an interdisciplinary research center combining nanotechnology, polymer science, ceramics, composites, biomaterials, microelectronics and device manufacturing. The center conducts research into surface chemistry, surface physics and surface engineering. Applications are in the field of materials, optics & photonics as well as microelectromechanical systems (MEMS) & devices.

The push for the development of advanced materials stems mostly from the end users in the aerospace, automotive and paint sector.

Biobased Economy

Turkey has a huge potential regarding the use of biomass as a feedstock for different sectors, including the automotive, textiles and personal-care products segments. Turkey's geography and large agricultural sector makes the country suitable for generating biomass. The country has around 8,6 million tons of oil equivalent biomass. Of which 6 million is used for heating purposes. The Turkish government provides an overview of the biomass potential through its website <http://bepa.yegm.gov.tr/> (in Turkish). Besides this, the Ministry of Energy and Natural Resources has indicated the efficient and effective use of raw materials, - including developing recycling strategies - as one of the eight themes in its strategy for 2015-2019. The biomass potential and effective recycling is currently underutilized in Turkey and is therefore a potential collaboration area with The Netherlands.

The main actors

Government

The main actors from the side of the Turkish government are ministries such as the Ministry of Science, Industry & Technology and the Ministry of Energy and Natural Resources. Another main actor is the national research council TUBITAK and its research organisations. The Materials Science Institute and the Chemical Technologies Institute are for example both located at the TUBITAK-MAM research institute.

Knowledge institutes

The main knowledge institutes relevant to the chemical sector are the following universities:

- Sabancı University, Koç University, Istanbul Technical University and Boğaziçi University.

All located in Istanbul.

- Middle East Technical University and Bilkent University, located in Ankara.
- Affiliated research centers such as the Composite Center of Excellence, SUNUM and UNAM.

Digital tagging of fluids with quantum dots

Kuantag is a Turkish company that developed a method for a cost effective, industry scale continuous flow production of high quality visible and near infrared quantum dots with which they are able to produce 5 kg quantum dots per day. Additionally, the company developed ultra high sensitive sensor systems to detect quantum dots in fluids.

In doing so, the company developed a method to digitally tag fluids, which they now apply in the automotive sector. Other use cases are amongst others in bio-imaging, photovoltaics and solar concentrators.

Kuantag is a spin-out of the Koç University Nanomaterials Research Lab, which is operated in cooperation with Opet, a Turkish petrochemical company.

Companies

This is a non-exhaustive list of companies, which are active in different fields of the chemical sector:

- Petkim, a petrochemical company..
- Tüpraş, an oil refinery..
- Dow Aksa is a 50/50 joint venture between the Dow Chemical Company and Aksa Akrilik Kimya Sanayi. The company is a fully integrated provider of carbon fiber solutions for industrial applications in today's transportation, infrastructure and energy markets.
- Kordsa produces industrial nylon and polyester yarn, tire cord fabric and single end cord. According to Kordsa Global the company reinforces every one in two automobile tires and every two in three aircraft tires.

- Organik Kimya is a company active in polymer emulsions and has a production facility in The Netherlands (Rotterdam). Its main business lines are:
 - Coating Solutions
 - Construction Solutions
 - Industrial Adhesive Solutions
 - Life Sciences & Material Solutions
 - Pressure Sensitive Adhesives & Paper Solutions
 - Textile & Leather Performance Solutions

Current Dutch-Turkish cooperation in the chemical sector

Apart from trade cooperation, there is no formalized and/or strategic cooperation between Dutch and Turkish organizations in the field of innovation in the chemical sector. However, together with several TO2 institutes (TNO, NLR and Deltares) a Year of Science & Innovation is currently being set up with Turkish partners such as TUBITAK and various universities. Such a Year of Innovation would have several benefits:

- It would put Dutch and Turkish potential for collaboration in research & development, science and innovation in the spotlights, thereby presenting cooperation opportunities that may have not been known to involved parties.
- It would provide focus in what sectors collaboration will be developed.
- It will provide the groundwork to develop long-term, deep research collaboration based in these sectors.
- Based on this research & innovation collaboration, direct business to business or business to government relations can be established. The year functions as a 'stepping stone strategy'.

The ambition of such a Year of Science & Innovation is to boost long-term collaboration in the following fields:

1. To develop a portfolio of Shared Innovation Projects (SIP) in which Turkish and Dutch enterprises, RTO's (research and technology organisations) and technical and applied universities can participate.
2. To set up a researcher exchange program between technical and applied universities to be set up specifically on applied research and valorisation of knowledge.

3. To organize start-up bootcamps and other incubator approaches to be organised with Turkish and Dutch start-ups.
4. To organize networking activities in order to realize an exchange on innovation eco infrastructures of NL and TR. For example a roadshow at Dutch and Turkish organisations with Turkish and Dutch partners and matchmaking events both in Turkey and the Netherlands.
5. To open high impact bilateral project calls.
6. To promote collaboration through H2020 and other EU framework calls for proposals.

Conclusion

Based on the aforementioned, the following can be concluded:

1. Advanced materials, such as the development and application of composite materials, provide an opportunity to connect to Turkish industries (such as the aerospace industry) and applied research centers in order to co-develop such applications. This can take the form of bilateral cooperation. European programs such as Eurostars and Horizon 2020 can also be utilized.
2. Nanotechnology is a field that is well developed and advanced and poses an opportunity for strategic cooperation with Dutch partners. The aim of such partnership should be to gain access to knowledge and applications developed by Turkish partners.
3. Applications for the biobased economy are underutilized in Turkey. Dutch knowledge partners can play a role to bring Dutch knowledge and expertise to Turkey in case that is desired. A dialogue with Turkish partners can be set up in order to see how future cooperation can take form.

References:

1. <http://www.kordsaglobal.com/composite/Composite-Technologies/Composite-Technologies-Center-of-Excellence.aspx>
2. <http://www.dowaksa.com/dowaksa-global-composites-center-boosts-turkeys-aerospace-capabilities/>

Annex 1 - Turkey controls 72 percent of the world's known borate mineral deposits

Boron deposits with high concentration and economic value are mainly found in Turkey and the United States. Boron is used as a flame retardant in the glass and ceramics

industry and in the cleaning and bleaching industry. It also has applications in agriculture, metallurgy, energy and health. Moreover, boron has interesting applications in polymers and composites for example as structural materials for space crafts because of its radiation shielding properties.

Turkish state owned mining company Eti Maden is responsible for delving boron. The company refines and produces boron-derived products. They also conduct research and development projects with universities and knowledge institutions. Their R&D programs are mostly focused on finding new uses for boron-derived products. The company pursues research into the field of hydrogen storage technology. Next to Eti Maden, the National Boron Research Institute Boren conducts applied research in the field of application of boron. For this, several competence centers have been set up. These are:

1. BOREN Competence Center for Boron Coating

Together with Atılım University's Metal Forming Center of Excellence this competence center has been set up with the aim of developing boron coatings for the metal forming industry. Other projects are 'Surface Characteristics of Titanium Implants Coated with Boron Nitride' and 'Surveying Antibacterial Features of Boron Coatings'.

2. BOREN Competence Center for Wood and Composite Applications

This competence center, a cooperation between BOREN and Kahramanmaraş Sütçü İmam University, applies boron and derivatives to the wood and wood composite materials industry. The competence center runs three major projects, namely 'Deriving from Thermosetting and Thermoplastic Industry Wastes and Characterizing Boron-Doped Fireproof New-Generation Composite Materials', 'Developing and Characterizing Boron-Doped Fireproof Wood Composite Materials' and 'Deriving from Lignocellulosic Wastes and Characterizing Boron-Doped Polyurethane-Type Foams'.

3. BOREN Competence Center for Biological and Biotechnological Applications

This center is a cooperation with Yeditepe University and focuses on developing anti-microbial construction materials with

boron derivatives as well as developing sanitary pads, packs and diapers with mineral boron compounds.

4. BOREN TUBITAK-MAM Competence Center for Boron and Hydrogen Technologies

Together with TUBITAK-MAM research center, BOREN develops boron- and hydrogen-based product and production technologies for energy applications.

5. BOREN Competence Center for Boron-Doped Material Applications

Istanbul Technical University's laboratory infrastructure serves as the backbone of developing products and product technologies for material applications of boron and boron products.

6. Agriculture-Boron Research and Application Program

This program is focused on ensuring extensive and systematic use of boron in agriculture and supports initiatives relating to boron-doped fertilization.

Projects with industrial partners

- DMA Oto is a manufacturer of electric vehicles and energy storage systems. In cooperation with BOREN they developed a plug-in hybrid with a hydrogen fuel cell range extender fed by borohydride.
- Pavesyum develops and manufactures advanced materials for use in the defense industry, automotive industry, renewable energy industry, electrical and electronics industry. They manufacture boron-derived products. The Italian company Columbus Superconductors that develops superconducting wires uses one of its products, PVZ nano-B, for CERN.

Apart from trade cooperation, there is a formalized and/or strategic cooperation between Dutch and Turkish organisations in the field of innovation in the chemical sector.

Annex 2 – National Nanotechnology Research Center - UNAM

UNAM is a research center of Bilkent University (Ankara) that focuses on material science and nanotechnology. It has state-of-the-art facilities and has been supported by the Turkish government with an investment of 70 million USD. It has therefore transformed to a national center of excellence that is open to collaboration with public and private partners from inside and outside of Turkey. Its focus is applied science and the center has produced several spin-offs.

GRANTS FROM THE EUROPEAN RESEARCH COUNCIL (ERC)

Currently, three of the research groups that are mentioned here are supported by a grant from the European Research Council. This shows the excellence in research that is being performed at the UNAM research center:

- Mehmet Bayındır received an ERC Starting grant for research into the fabrication and characterization of dielectric encapsulated millions of ordered kilometer-long nanostructures and their applications.
- Fatih Ömer İlday received an ERC Consolidator grant for his research into Nonlinear Laser Lithography.
- Coçkun Kocabaş received an ERC Consolidator grant for his research into adaptive camouflage systems using graphene-enabled smart surfaces.

Research groups

UNAM has the following relevant research groups:

Supramolecular Chemistry and Chemical Nanotechnology

Rational design of molecular or supramolecular structures with emergent functionalities is the primary target of this group's research efforts. To that end, the group tries to find practical applications for molecular logic gates, develop autonomous activation protocols for biologically active organic

compounds and photochemically modulate various chemical and physical properties of molecular systems.

Mechanochemistry

In this research group, new materials and methods to efficiently convert mechanical energy to chemical energy are being developed.

Triboelectricity and Tribochemistry

The research interest of this group consists of all electrical, physical and chemical changes that happen when surfaces get into contact.

Nanoscale Materials and Nanophotonics Laboratory

This lab focuses on fabrication of ultra-long and aligned nanowires and their device integration, development of optical methods for chemical and biological sensing, and nanostructured surfaces with variety of functionalities.

Functional Semiconductor Materials and Devices

This group's research focuses on the growth and characterization of micro and nano-scale functional compound semiconductor materials including III-Nitride and metal-oxide alloy families to the design, fabrication, and characterization of enabling devices for a variety of applications including sensor technologies, flexible and transparent electronics, renewable energy, wireless communication and national security.

Plasmonic Sensors and Imaging

This group focuses on designing and realizing plasmonic surfaces for biomolecular sensing down to the single-molecule level.

Quantum Devices and Sensors Laboratory

This group works on innovative nanophotonic and optoelectronic materials, devices and platforms, which are embedded with nanoscale functional structures.

Computational Nanoscience

This group focuses on the application of state-of-the-art modelling and simulation tools to understand, predict, and design novel materials systems to address critical challenges of global importance. Particular attention is given to investigating 2D materials at the nanoscale, the design of

solar-thermal fuel systems and the study of green and high-performance cement

Micro/Nanofluidics and Lab on a Chip Systems

This group works on developing fundamental understanding and applications of fluid flow at small scale, and is specifically interested in control of biological liquids with extreme precision.

Micro and Nano Integrated Fluidics (MiNI) Lab

This lab focuses on using microfluidics as a tool for nanotechnology applications. The main focus is nanomaterial synthesis, manipulation and printing via microfluidics.

Biomimetic Materials Laboratory

This group studies several concepts of making smart materials, which mimic the structure and function of the biological materials through programmed self-assembly of small molecules. They also focus on the development of self-assembled biomimetic materials and integration of these materials into material science applications

Coordination Compounds for Hydrogen Economy

This group focuses on hydrogen storage as well as artificial photosynthesis through water-oxidation.

Laser-induced Fabrication of Self-Organized Nanostructures

This group has recently demonstrated a technique, Nonlinear Laser Lithography (NLL). This allows a laser-controlled self-organized formation of metal-oxide nanostructures with nanometer levels of uniformity over indefinitely large areas. This is being done by simply scanning the laser beam over the surface. They now focus on improving these capabilities through advanced control of the laser field and spatially selective introduction of reactive chemical species with plasma jets.

Strongly Correlated Materials Laboratory

Unlike the standard materials used in the semi-conductor industry, degrees of freedom exist in strongly correlated materials that could significantly impact electronic and optoelectronic technology. This group's research interests lie in understanding the phenomena arising from strong electronic correlations at nanoscales and employing these phenomena for novel applications.

Next to the development of lightweight materials for the automotive industry, there is a push for the development of electric powertrains, fuel cells and battery technology.

Laboratory of Quantum Optoelectronics

This group works on synthesis of new quantum materials and their integration into electronic and photonic devices. The long-term goal is to understand and engineer electronic and optical responses of emerging quantum materials. By using quantum materials on a multidisciplinary system-level, approaches can be developed to build new integrated hybrid systems that yield novel functional devices. Recent research is focused graphene-based optoelectronic devices for tuneable light-matter interaction in a broad spectrum, from visible to microwave frequencies.

Integrated Devices and Sensors for Functional & Smart Systems

Research topics include

- the development and demonstration of innovative nanophotonic devices based on smart materials.
- atomic layer deposited metal oxide and III-nitride layers, photodetector and transistor devices.
- novel memory devices
- perovskite and nanomaterials for next generation solar cells.
- nanocrystal, metal nanoparticle and nanowire embedded nanodevices.

Functional Organic Materials for Advanced Applications

The research in this group combines synthetic organic, supramolecular and polymer chemistry to prepare functional materials. Which have potential applications in the use of polymeric opto-electronic devices (LED's, solid state lighting and photovoltaic devices), chemo- and biosensors and molecular switches. The group also focuses on the design and synthesis of nanoparticles and nanocapsules based on light-emitting polymers for biomedical applications such as live cell imaging and theranostic nanomedicine.

Functional Nanofibers via Electrospinning

- This group's main focus on electrospinning of nanofibers/nanowebs with novel functionalities for potential applications in
 - environmental (molecular filters, water purification, waste treatment, heavy metals removal, air filtration, VOCs removal).
 - textiles (antibacterial nanofibrous medical textiles, protective layer)
 - nanobiotechnology (wound dressing, controlled/sustained release systems)
 - food and active food packaging (delivery and stabilization of food additives; essential oils, antioxidants, antibacterial)

- sensors (heavy metal sensors, explosive sensors, biosensors)
- agriculture (nanofertilizer, seed/plant protection, controlled delivery of pesticides).
- nanocomposites (high performance nanofibrous materials).

Electrochemical Energy Storage Systems

This group's research objective is to build 'better' batteries with higher capacity, stability and power density for various applications. For example portable electronics, electric vehicles and grid energy storage. The group employs advanced characterization techniques and nano-material based synthesis approaches to develop innovative materials for batteries. In practice the group is developing lithium-oxygen batteries.

Contributors

Rory Nuijens (Advisor for Innovation, Technology & Science), Jaap Satter & Uğur Işın (Agricultural Counsellor), Ceren Erten, Derya Kaplan (Commercial Officers).

More information

Rory Nuijens
Email: rory.nuijens@minbuza.nl
Turkije

Israel

Chemistry in Israel

Israel enjoys great benefit from a flourishing chemical industry. The Israeli chemistry sector employs approximately 12,000 chemists and chemical products and minerals generate 40 percent of Israel's export revenue. The primary export product from Israel to the Netherlands is generic pharmaceuticals, in which Israel is the global leader.

The roots of Israel's chemical industry go back to its first president Chaim Weizmann, who was a chemist based in Great Britain at the start of the 20th century. Mainly because of his findings (improving fermentation processes relevant in weapon production) Britain proclaimed the Balfour declaration in 1917: a mandate declaring Great Britain's benevolent attitude towards a Jewish state. After Weizmann, more Israelis have become famous chemists. The country actually produced six Nobel Prize winners in the last twelve years, showing Israel's outstanding expertise in this field.

Israel's current chemical industry can be divided in a number of priority sectors: pharmaceuticals and cosmetics, oil refineries, petro-chemicals. Research is primarily conducted by the private sector and academic institutions. The Israeli institutions are often specialized in natural sciences and thus many of these research institutes have their current focus on the chemistry industry. Even though this research encompasses the entire chemistry-spectrum, there is a current trend towards medical chemistry, material use and agro-chemicals. Lastly, there is overlap with the technological industry, especially on the use of nano-technology in the chemical industry.

Private Sector

Pharmaceuticals and cosmetics

In the field of pharmaceuticals Israel is one of the major players. TEVA pharmaceutical produces 64 billion tablets and capsules of medicines annually.

This global leading company focuses on generic and specialty medicines, holding a global portfolio of approximate 1,000 molecules. TEVA Europe's headquarters are located in Amsterdam, which shows the Israeli-Dutch collaboration in this industry segment.

Oil refineries, petro-chemicals and petro chemistry

The Israeli chemistry and petro-chemistry is knowledge-intensive with plants located throughout the entire country. The distribution is influenced by skilled manpower, proximity to universities and research centers, investors and capitalists. Presence in the periphery is 'encouraged' through tax benefits and government incentives. Bazan Group and Paz Ashdod are the largest oil-refineries and petrochemical companies in Israel.

Chemicals

Within the broad chemical sector Israel has a few major firms, which mainly focus on agro and bio-chemicals. The largest company is Israel Chemical Ltd. (ICL) that is mostly active in three markets: agriculture, food and engineered materials. ICL also produces approximately a third of the world's bromine and is a major manufacturer of specialty fertilizers and specialty phosphates, flame-retardants and water treatment solutions.

Next to ICL many Israeli companies offer chemical solutions in the aforementioned fields. For example ADAMA Agricultural Solutions: a global manufacturer and distributor of crop-protection solutions and the leading off-patent provider or Gadot Biochemical Industries (GBI) who is involved in the production of sodium and potassium citrate and enrichment minerals such as calcium, magnesium, zinc citrate and crystalline and fructose.

Plastics and materials

The chemical materials industry is home to a number of large plastic manufacturers:

- Keter Group is a producer of resin-based plastic garden and household consumer goods.
- DOLAV Plastic Products is a global producer of plastic pallets, pallet boxes and pallet containers to be used in transportation of food products, agro products but also for recycled chemicals fabrics, acids, waste ferrous and non-ferrous materials and low-level radioactive waste.
- Hanita Coatings specializes in the manufacturing of engineered films, with technology in deposition and metallizing and coating and laminating.

Opportunities for Dutch companies

Opportunities in the private sector are primarily found in the medical chemistry (such as pharmaceuticals), petro – and agro chemicals (such as fertilizers) and the development of materials for more efficient use, such as coatings and polymers. Dutch companies and institutes can collaborate with Israeli companies to stimulate joint R&D on, for instance, chemicals and medicine. There is mutual interest from the Israeli side. For example: ICL opened its European headquarters in Amsterdam last year.

Public Sector

ICS

The Israel Chemical Society (ICS) operates as the umbrella organization that coordinates chemical research through universities. The ICS also organizes a yearly symposium on chemistry with international partners. The Israel Association for Medicinal Chemistry (IAMC) is part of this organization and specifically focuses on chemistry in medicine.

I-CORE

The Israeli Centers for Research Excellence (I-CORE) is an initiative between the Israeli Government, the Planning and Budgeting Committee (PBC) and the Israeli Science Foundation. Its goal is to restructure and improve academic research to create optimal utilization of Israel's scientific potential. A number of centers, established by I-CORE since 2011, offer an interesting overlap between biology and chemistry of life:

1. Gene Regulation in Complex Human Disease
2. Chromatin and RNA Gene Regulation
3. Structural Biology of the Cell
4. Physical approaches to Quantifying Dynamical Processes in Living Systems: From Single Molecules to Single Cells

MAGNET Consortium

The MAGNET program was established by the Israeli Office of the Chief Scientist of the Ministry of Industry, Trade & Labor. It sponsors novel industry-oriented technologies to stimulate Israel's competitiveness. It does so by setting up consortiums, which focus on the development of new technologies. Activities are based on collaboration between academic research and companies.

P³

In the field of chemistry of materials the P³ consortium is aimed at creating innovative additives by controlling additives-migration in plastic matrix. These generic technologies can be applied to polymers and used in packaging & food packaging, coating boards and non-woven fabrics. Their model additives include UV absorbers and anti-fogs. Consortium members are also developing as array of anti-microbial agents.

AATiD

Another consortium of the MAGNET program that operates in the field of advanced materials is the Advanced Additive Titanium Development Consortium (AATiD). This initiative has experience in 3D-printing with titanium. Within AATiD they currently focus on designing and manufacturing geometrically complex aero-structures made of titanium alloys (Ti-6AL-4V).

Academic Institutions

Academic research is paramount to Israel's knowledge industry. The public sector has tight relations with universities and other institutions to enable research in important industries. Life sciences are one of the top priorities. It does not come as a surprise Israeli universities provided six recent Nobel Prize winners (three having studied at Technion in Haifa, the other three at the Weizmann Institute of Science in Rehovot). Some also have a list of prestigious almae matres in this area, for instance the Hebrew

University of Jerusalem with Albert Einstein, Sigmund Freud and Chaim Weizmann. When it comes down to chemistry research, various institutions have different specializations.

Technion – Israel Institute of Technology (ITT)

The oldest university of Israel has two departments, which focus on chemistry research: the Schulich Faculty of Chemistry and the Wolfson Faculty of Chemical Engineering. The first one focuses on non-Hermitian quantum mechanics, electronic transport properties of type-II superconductors and plasmonics-photonics, quantum dynamical effects of non-equilibrium transport phenomena in charge and energy transfer processes and lastly thermodynamics of molecular machines. The Organic and Inorganic Chemistry unit broadly discovers in the field of molecular engineering of materials. The second department researches bio systems & bioengineering and environment, water and alternative energy.

Weizmann Institute of Science (WIS)

This science institute located in Rehovot carries the name of the most famous Israeli chemist Chaim Weizmann. Therefore it's no surprise that the institute devotes lots of its educational and research program to chemistry. There are two faculties, which are involved with chemistry. The Faculty of chemistry performs research in broad range, from the nano-metric to the planetary, within five departments: Chemical Physics, Earth & Planetary Sciences, Materials & Interfaces, Organic Chemistry and Structural Biology. The other department, the Faculty of Biochemistry, focuses on the processes of life at the levels of molecules, cells, organs, organisms and ecosystems. It has five departments specializing in: biological regulation, immunology, Molecular Cell Biology, Neurobiology and Veterinary Resources.

Hebrew University of Jerusalem (HUJI)

The HUJI has a Faculty of Science, which holds the Institute of Chemistry. Within this school research is focused around four main topics: Nano-science and nanotechnology, Applied Chemistry, Molecular Dynamics and Computational Quantum Chemistry. Moreover, within the Faculty of Agriculture, Food and Environment there is an institute of Biochemistry, Food Science and Nutrition.

Bar-Ilan University (BIU)

The Department of Chemistry has three major chemistry programs. Chemistry-expanded imparts knowledge in all branches in chemistry; this is followed by specialization in Applied Chemistry, Organic Chemistry, Physical Chemistry or Theoretical Chemistry. Moreover, in 2007 the Bar-Ilan Institute of Nanotechnology and Advanced Materials (BINA) was founded. This enterprise is affiliated with twelve chemistry research groups and is committed to advancing scientific achievements in the areas of nano-materials, nano-medicine, nano-energy, nano-magnetism, nano-photonics, and nano-cleantech.

Tel Aviv University (TAU)

The School of Chemistry is part of the Faculty of Exact Sciences. Research fields presented by the TAU are quite broad, but is divided in a number of research centers: Center for Nano-science and Nano-technology, The Sackler Center for Computational Molecular and Materials Science, European Center for Atomic and Molecular Calculations (CECAM), Renewable Energy Research Center, Wolfson Applied Materials Research Centre and the BLAVATNIK CENTER for Drug Discovery (BCDD)

Ben Gurion University of the Negev (BGU)

The BGU is especially unique because of its location: the university is settled in Be'er Sheva in the Negev desert. The BGU refers to itself as 'an oasis of learning'. Within the Chemistry Department and the Department of Chemical Engineer the main research areas are organic and physical chemistry, chemical biology and chemical engineering, for example: catalysis and reaction engineering, polymeric materials science and engineering and bio-physics of the cell.

Opportunities for Dutch companies

Israel excels at chemistry and therefore many opportunities for cooperation between the Netherlands and Israel exist. The private sector has produced global players in the field of pharmaceuticals, (agro-)chemicals, the petro-industry and plastics, which could be particularly interesting for Dutch businesses. The public sector is very active in stimulating chemical development and policy is steering research in the fields of biochemistry and chemistry of materials. Comparing to the Dutch top sectors, within the academic institutions there are opportunities to jointly focus on especially Chemistry of Advances Materials, Chemistry of Life and Chemical Nanotechnology.

Sources

1. <http://atlas.media.mit.edu>
2. <http://www.science.co.il/Chemistry-Companies.asp>
3. <http://www.tevapharm.com>
4. <http://markets.ft.com/data/equities/tearsheet/profile?s=TEVA:TLV>
5. <http://www.adama.com/>
6. <http://www.gadotbio.com/>
7. <http://www.chemistry.org.il/>
8. <http://www.hanitacoatings.com>
9. <http://www.dolav.nl>
10. www.technion.ac.il
11. <http://www.aatid.co.il>
12. <http://www.weizmann.ac.il>
13. <http://ch.biu.ac.il>
14. <https://en-exact-sciences.tau.ac.il/chemistry/>
15. <http://www.bgu.ac.il/chem/eng/>

More information

Racheli Kreisberg
Email: Racheli@nost.il.org
Israel

Rusland

Chemistry in Russia: An overview

The chemical industry, one of the strongest points of Soviet Russia, dropped significantly in the early 1990s after the dissolution of the Soviet Union. It reached its lowest point in 1995. By the beginning of the 2000s the industry attracted investment capital and started to recover.

During the crisis in 2008-2009 production level fell again. But it recovered in 2012. Since then the chemical industry shows positive dynamics. Introduction of new capacities and increased investments in 2014-2015 helped the industry to keep its key figures growing. According to the Chemical annual report of 2015 by RIA Rating, the chemical industry showed its best result since 2011. The industry had top record levels of polymers production and overall growth of 6,3 percent (as compared to 2014).

But even though there has been growth, the chemical industry still has a relatively small a proportion in Russia's GDP. It is only about 1,1 percent GDP, whereas in industrially advanced countries it is almost up to 9 percent GDP.

Structure of the industry

The chemical industry was curated by the Ministry of Trade and Energy until 2008 when it was split into two ministries: the Ministry of Industry and Trade of Russia and the Ministry of Energy of Russia. Since then the chemical industry is divided:

- The chemical industry is supervised by the Ministry of Industry and Trade of Russia and includes production of basic chemical substances (mineral fertilisers, soda carbonate, caustic soda ash etc.), paintwork materials, chemical fibers, plastic products, other chemical substances, including special chemicals, and tyres and rubber technical goods.

- The petrochemical industry is supervised by the Ministry of Energy of Russia and includes production of basic plastic products, rubber substances and basic organic synthesis production.

Economische Sancties Rusland

Op 29 juli 2014 heeft de Europese Unie (EU) besloten een pakket economische sancties aan te nemen ten aanzien van de Russische Federatie. Dit was een reactie op de Russische rol in de destabilisatie van Oekraïne en de annexatie van de Krim.

Deze sancties hebben betrekking op de volgende terreinen:

- Kapitaalmarktrestricties
- Wapenembargo
- Goederen en technologie voor tweërlei gebruik (dual-use)
- Apparatuur, technologieën en diensten ten behoeve van diepzee-exploratie en –productie van olie, de exploratie van olie in het Arctisch gebied en schalieolieprojecten

Daarnaast heeft de EU een lijst vastgesteld van natuurlijke personen, rechtspersonen, entiteiten en lichamen waarvan de tegoeden binnen de EU zijn bevroren en waarvoor reisbeperkingen gelden.

Het sanctiepakket heeft gevolgen voor Nederlandse ondernemers en kennisinstellingen. Met vragen over de sancties in relatie tot uw onderneming of instelling kunt u terecht bij het ondernemersloket van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl).

The petrochemical sector always was and remains one of the most important ones for Russia. Despite the division between two ministries, both chemical and petrochemical sectors are seen as a whole in the structure of the chemical industry complex.

The chemical industry produces 65,2 percent; resin and plastic production of 24,8 percent, and pharma production of around 10 percent.

Shares of chemical production in Russia are shown in Figure 1.

Regional specialisation of the industry is as follows:

The Central region

polymer chemistry, the production of nitrogen and phosphate fertilisers, sulphuric acid, paints and varnishes;

The Ural region

all kinds of fertilisers, soda, sulphuric acid, synthetic alcohol, synthetic rubber, plastics from oil and associated gas;

The North-Western region

phosphate fertilisers, sulphuric acid, polymer chemistry products (synthetic resins, plastics, chemical fibers);

The Volga region

diverse polymer products produced under the organic synthesis technology (synthetic rubber, chemical fibers);

The North Caucasian region

the production of nitrogen fertilisers, organic synthesis, synthetic resins and plastics;

The Siberian region (its western and eastern part)

organic synthesis and polymer chemistry, the production of nitrogen fertilisers.

Whereas industrial countries concentrate on the development of new materials and technologies, Russia - rich in natural resources - is still dependent on them and has not yet fully come to a new set of priorities. Because of this some branches of the chemical industry remain in great need of modernisation and reconstruction of machinery.



Figure 1. Shares of chemical production in Russia (2014)

Chemistry establishes close ties with other disciplines. By doing so it creates cross-sectorial co-operation and sets multidisciplinary priorities. Russia also follows this trend. Russian science and industry develop such directions as agrochemistry, microbiology, physicochemistry and nanochemistry. Despite that, small companies that focus on advanced materials, nanotechnologies and innovations do not yet play significant role in the chemical industry. So they can't compare their revenue or their capitalisation with major players on the Russian market.

State Strategy in the Chemical Industry

In 2008 the state introduced a Strategy until 2015, outlining the most important directions of the development in the sector and setting goals for the chemical industry. In 2015 it became evident that the industry failed to meet the expected figures.

The Strategic plan of the chemical and petrochemical complex 2014-2030 followed in 2014. The document was reviewed at the end of the first stage of realisation in January 2016. The plan stipulates technical upgrade and modernisation of existing chemical and petrochemical production

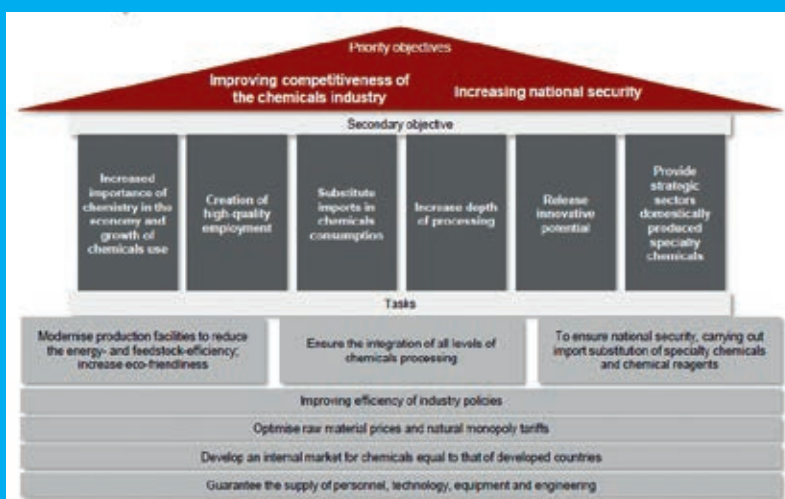


Figure 2. Priority objectives of Russian Chemical Industry Strategy 2030

facilities for 2016-2030. New cost effective, resource- and energy-saving and environmentally friendly facilities are to be set up. Also, the strategy is aimed at reducing the dependency of the Russian economy on imported products of chemical and petrochemical industry and increasing the domestic demand for locally-made products. The priorities of the strategy are shown in Figure 2.

Companies

Large corporations funded with private capital mostly represent the chemical industry. During the period of privatisation (after the dissolution of the Soviet Union) previously state-owned assets were transferred to private owners. The Russian chemical industry concentrates on processing of natural resources. Therefore the largest companies act in the field of petrochemistry and chemical fertilisers:

- JSC SIBUR Holding: petrochemical industry, producer of liquefied petroleum gas, automobile tires, polymers, acids
- JSC Gazprom Neftekhim Salavat: petrochemical industry, producer of polymers and other products
- JSC EuroChem: producer of mineral fertilisers (nitrogen, phosphate, potash)
- JSC Nizhnekamskneftekhim: producer of synthetic rubber
- JSC Uralkali: producer of potash fertilisers
- JSC TogliattiAzot: producer of ammonia and ammonium fertilisers
- JSC Acron: producer of mineral fertilisers

The National Rating of fast-developing Russian technological companies rates innovative potential of mid-sized businesses. Companies such as Danaflex (specialised in new materials) and Biocad (biotechnologies and pharmaceuticals) were named among Top-10 companies.

Large corporations funded with private capital mostly represent the Russian chemical industry.

The chemical industry was curated by the Ministry of Trade and Energy until 2008 when it was split into two ministries: the Ministry of Industry and Trade of Russia and the Ministry of Energy of Russia.

Small innovative companies do not form a considerable part of the market yet. But they are proactively looking for opportunities and participate in contests to get known by the investors and potential partners. Start-ups like Stay Clean and Hydrop (different types of nanotechnological coatings) work in B2B and B2C segments of the Russian market and try to enter the international arena.

Organizations crucial to the development of the chemical industry

Modern development of society moves towards integration of different science areas and the chemical industry is a part of this process. Russian chemical industry also follows this path. Traditional sectors that focus on hydrocarbon processing remain among the focal points of the Russian chemical industry without any doubt. But gradually the focus shifts towards deep conversion and use of innovative technologies.

Institutions

Chemistry as a science is being gradually dissolved between physics and biology. There are many educational institutions and research laboratories equipped with resources to bring results into the chemical industry and its development, although they are not specialised in pure chemistry.

Many sectorial research institutes perform researches for big or state companies, such as Gazprom and Rosatom. Some laboratories found their niche in performing commercial research (both theoretical and practical) and are looking for partners interested in co-operation in this field. An example is the Department of Chemistry of Moscow State University.

Traditional structures of research institutes of the Russian Academy of Sciences (RAS Chemical institutes) and educational institutions play an important role in education and research.

A few examples of them are:

- D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia
- Moscow State University of Fine Chemical Technologies
- Gubkin Russian State University of Oil and Gas; Saint Petersburg State Institute of Technology
- National University of Science and Technology MISiS
- Kazan National Research Technological University
- The Department of Chemistry of the Moscow State University.

Institutes and universities also have R&D structures, such as the Biotechnological Business-Incubator of the Moscow State University (Biotechincubator, www.biotech-msu.ru/en/about-incubator-en). The biotechincubator indicates that as part of the innovative infrastructure of the Moscow State University it wants to “become one of the main points of Russian biotechnology development and its promotion on the Russian and international markets.”

The Russian Chemists Union (<http://www.ruschemunion.ru/en/about/>) unites about 600 enterprises of the chemical sector, scientific research institutes, unions and associations of a chemical orientation. The Union works closely with the Federal government in the field of chemical industry, being part of the global programme ‘Responsible Care’ (http://ruschemunion.ru/en/initiatives/responsible_care/)

The general R&D expert opinion is that Russian research institutions and laboratories try to combine theoretical research with practical work. Most institutions are interested to cooperate with international businesses and institutes, excluding those focused on classified and sanctioned research topics.

Hubs and clusters

The federal government subsidised creation of 26 pilot innovative clusters in Russia. Several of them are focused on new technologies in the field of the chemical industry such as petrochemistry, oil and gas processing; new materials combined with nuclear and radiation technologies; biopharmaceuticals and biotechnologies:

- Kaluga pharmaceutical cluster
- Innovative biotechnological territorial cluster Pushchino
- Kamsk cluster in Tatarstan Republic
- Petrochemical cluster in Bashkortostan republic
- Complex processing of coal and anthropogenic waste in Kemerovo region
- Automobile and petrochemical cluster in Nizhniy Novgorod region
- New materials, laser and radiation technologies cluster in Troitsk

Other clusters are either created and supported by the regional governments or are waiting until further development of the federal programme.

The Centre for Cluster Development for polymer processing is an example of such regional initiative. It was created in the Tatarstan Republic in 2010 as a joint project of the Tatarstan republican government and Kazan National Research Technological University. It consists of a Centre for Polymer Engineering, a research laboratory, a study centre, a Centre for Design and 3D Prototyping; an Exhibition Centre; and a Production and Experimental Centre (<http://cluster-rt.ru/>).

It was also planned to create a chemical cluster in Tambov region because the region produces more than 50 percent of synthetic dye, synthetic resin and plastic materials in Russia and has more than 40 companies. The idea to create such a cluster emerged 2008 when an agreement with German concern Hest was signed. Unfortunately the project was not realised. The last development was the creation of 'the Industrial Park Tambov' in 2009.

Among certified technoparks, most of which are not focused on one particular

area of innovations, Himgrad in the Tatarstan Republic specialises in chemistry. It was established in 2006 and plays an important role in innovative development of the region. It helps small and medium companies, which work in the field of fine chemistry, polymer processing, nanotechnologies, sustainable energy, medical technologies and efficient use of resources.

Technology platforms

The federal government established technology platforms in 2011-2013. These platforms bring together governmental, business and scientific experts in certain fields, to facilitate interaction between these parties, creating an infrastructure of innovation. Among the 36 existing technological platforms there are two active in the sector of chemical industry:

- Advanced Polymeric and Composite Materials and Technologies
- Technology Platform and Bioindustry and bioresources – 'Biotech 2030'

The Deep Conversion of Hydrocarbon Resources Technology Platform and the Healthy Food Technology Platform are also co-producers and users of chemical technologies.

Foundations and institutions supporting innovative development

State-founded organisations and foundations mostly finance the innovative development in all the sectors of Russia. Some organisations, such as the Russian Foundation for Basic Research, support scientific research projects and hold competitions for fundamental research. Also there are several venture funds investing in development of high-tech companies and business projects of different scale. The Russian Venture Company, Fund for Assistance to Small Innovative Enterprises (FASIE), Skolkovo,

Rosnano and the Industrial Development Fund are a few of them.

A good example of innovation development in Russia is an ambitious project of the National Technological Initiative (NTI, www.nti.one). It is a long-term strategy of technological development of the country aimed at the formation of new global markets by 2035. NTI sets nine priority markets: AeroNet, AutoNet, MariNet, NeuroNet, HealthNet, FoodNet, EnergyNet, SafeNet and FinNet. Among these directions none is focused on chemistry, but at least half of them is in one way or another connected with technologies, which can be proposed by chemical industry. For example, coatings and new materials for MariNet and AeroNet, new energy elements and materials for AutoNet and EnergyNet, pharmaceuticals and biotechnologies for HealthNet and food chemistry for FoodNet.

The NTI supports international cooperation at different levels and directions. For example: scientific and technological cooperation in the development of high-tech products and services for global technological chains and in the field of international standardisation.

Major events in the field

When it comes to business relations, it is still very important to Russian businesses to establish personal contact visiting the production and participating in exhibitions. Even big companies try to personally know their clients.

An important annual event is Khimia, an International Exhibition for the Chemical Industry and Science (<http://www.chemistry-expo.ru/en/>). It is usually held in September/October, in Moscow. The exhibition includes a series of thematic conferences (Moscow International

When it comes to business relations, it is still very important to Russian businesses to establish personal contact visiting the production and participating in exhibitions.

Chemical Forum), exhibitions (for Analytical and Laboratory Equipment; Laboratory Furniture and Glassware; Chemical Reagents; Green Chemistry; Plastics Industry) and international contests for young researches.

Many Russian businesses and research institutions in the field of chemistry are keen to cooperate with foreign partners and are actively looking for opportunities to enter foreign market.

Sources

1. German Diakonov, Nadir Ziyatdinov, Nelly Lyzhina. *The Growth of a Chemicals Industry in Russia* // CEP. October 2014. P.44-49 (www.aiche.org/sites/default/files/cep/20141044_2.pdf)
2. *Russian Chemical Industry Strategy 2030 presentation by Strategy Partners Group.*
3. http://www.riarating.ru/industry_newsletters/20160413/630017675.html. PDF-document by RIA Rating is available at the Embassy. Ministry of Industry and Trade estimates growth of 6.6 percent in 2015 and 6.9 percent in 2016. See: <http://minpromtorg.gov.ru/activities/industry/otrasli/chem/>.
4. *Russian Chemical and Petrochemical Industry Strategy 2030.*
5. <http://investinregions.ru/en/investor/industry/himicheskaya/current/>
6. <http://www.brics-info.org/medvedev-approves-development-plan-for-russias-petrochemical-sector-till-2030/>
7. <http://www.ratingtechup.ru/>
8. <http://www.himgrad.ru/about/idea.php>

More information

Anna Puzyreva and Pauline Döll
E-mail: pauline.doll@minbuza.nl
IA Moskou

India

Chemical sector in India: Room for Dutch knowledge&expertise

The Indian chemical sector is growing rapidly due to (internal) growth and government policies. Overall the options in India for the Dutch chemical topsector are limited. This is because the Indian chemical industry is bulk driven and mostly focused on India itself. Though, there is room for Dutch technology and knowledge. It is essential to find a good local partner to be successful in the Indian market.

Large annual growth

The chemical sector in India has seen large annual growth of 13-14 percent in the last five years. The petrochemical sector has registered a growth of 8-9 percent over the same period. The main contributor to this remarkable growth is the domestic market driven by the increased purchasing power of the large Indian population. At the current growth ratio, the Indian chemical industry could account for 6 percent of the global chemical industry.

Relevant developments in the manufacturing industry

The Indian government started the 'Make in India'-campaign. Because of this campaign there is now an estimated offset obligation of around 50 billion U.S. dollar. When considering India's increasing competitiveness in manufacturing, there is a further potential upside. The draft manufacturing policy which recently got approved by the government targets to increase the share of manufacturing in gross domestic product to at least 25 percent by 2025 (currently 16 percent).

The campaign aims to create 100 million additional jobs through the creation of National Investment

For the industrial side (the PCPIRs) the Indian government sees both Singapore.

and Manufacturing Zones (NIMZs) as mega investment regions. These NIMZs will be equipped with world class infrastructure. These zones will also enjoy fast track clearances from the Ministry of Environment, Forest and Climate Change, state pollution boards, special policy regimes, tax concessions and more favourable labour laws. Investments in manufacturing in the chemical sector are absolutely essential to ensure the growth of the Indian chemical industry.

Four Petroleum, Chemicals and Petrochemicals Investment Regions (PCPIRs) have been created to encourage anchor tenants to establish facilities, to make feedstock available for downstream plants and to create a favourable ecosystem in terms of infrastructure and other facilities.

Research and development

The current state of the chemical industry in India is not a R&D intensive industry, although this varies very much within the different segments. The Indian chemical industry is typically a bulk industry where lower R&D expenditure is more common than in the specialty markets. According to the five year plan for the Indian chemical industry, the chemical industry's R&D spends would need to go up from levels of less than 0,5 percent of sales. This would bring the Indian chemical industry R&D

Because of the 'Make in India'-campaign, there is now an estimated offset obligation of around 50 billion U.S. dollar.

The Indian chemical industry is typically a bulk industry where lower R&D expenditure is more common than in the specialty markets.

investment level closer to the global benchmarks of 4 percent of sales (implying R&D spends of about 12 billion U.S. dollar by 2017).

While the PCPIRs focus on infrastructure and (forward) integration there are a few initiatives to increase the R&D intensity of the industry. One of them is setting up Centers of Excellence (CoE) in Polymer Technology. The goal of these centers is to improve the existing petrochemicals technology and research in the country and to promote development of new applicati-

ons of polymers and plastics. National Chemicals Laboratory (NCL) in Pune is the main Center of Excellence.

Links to the topsector

For the industrial side (the PCPIRs) the Indian government sees both Singapore and Germany as a blueprint model. The CoEs in polymer technology will help the institutional R&D, but will probably have little effect on industrial R&D. This might be an opportunity for Dutch entities as recently proven by the Dutch Polymer Institute (DPI).

This year the DPI has visited Mumbai and Pune and hopes to use the increased attention for R&D in the sector to their advantage. Reliance Industries (the biggest private company in India) has signed up with DPI. The companies NCL and Asian Paints are considering to do so at the moment.

For specialty chemicals AkzoNobel and Atul have signed a Letter of Intent to explore the feasibility of setting up a manufacturing joint venture for the production of monochloroacetic acid (MCA) in India. AKZONobel will supply the technology.

More information

Martijn Lammers

Email: ml@hollandinnovationnetwork.in
India

Singapore/Maleisië

Verduurzamen reststromen van oliepalmbiomassa in Maleisië

Wanneer je over Maleisië vliegt, valt het meteen op: rijen palmbomen zo ver als je kunt kijken. De palmolie-industrie is booming business en de vraag naar palmolie zal de komende jaren alleen maar groter worden. Inmiddels is meer dan 15 procent van het landoppervlak van Maleisië bedekt met palmolieplantages. Voor het winnen van de kostbare landbouwgrond en voor het aanleggen van deze palmolieplantages, zijn grote delen land ontbost, met dramatische gevolgen voor de biodiversiteit en bodemkwaliteit. In periodes van droogte leidt de 'slash-and-burn'-methode tot ernstige overlast van luchtverontreiniging. Maar de palmolie-industrie is – mede onder druk van de internationale gemeenschap – stapje voor stapje aan het verduurzamen. Een van de kansen voor verduurzaming van de palmolie-industrie ligt in het omzetten van de reststromen in bio-energie, groene chemicaliën en andere waardevolle bijproducten.

Huidig gebruik van de reststromen van de Palmolie-industrie

De palmolie-industrie zorgt voor grote hoeveelheden afval: met de productie van een ton palmolie ontstaat ongeveer vier ton droge biomassa en 0.9-1.5 m³ afvalwater. Het verwerken van deze afvalstromen is een uitdaging. Op dit moment gebruikt men naar schatting slechts ongeveer 10 procent van de biomassa voor het produceren van bio-energie, groene chemicaliën en andere waardevolle bijproducten. Het afval van de palmolie-industrie bestaat uit zes soorten materiaal: palmladeren, palmboomstammen, lege vrucht-trossen (empty fruit bunches; EFB), palmpitschillen, mesocarpvezels en afvalwater van de palmolliemolen (palm oil mill effluent; POME).

Biomass Type	Site of production	Annual availability	
		Per ha (tonnes of dry biomass)	National total (m tonnes of dry biomass)
 Fronds	Plantation	9.6	46.4
 Trunks	Plantation	3.0	14.4
 EFB	Mill	1.4	6.7
 Shells (PKS)	Mill	0.8	4.1
 Fiber (MF)	Mill	1.4	6.9
 POME	Mill	12.2 (wet weight)	59.3 (wet weight)

Figuur 1 Bron: Agensi Inovasi Malaysia

Reststroom palmpitschillen

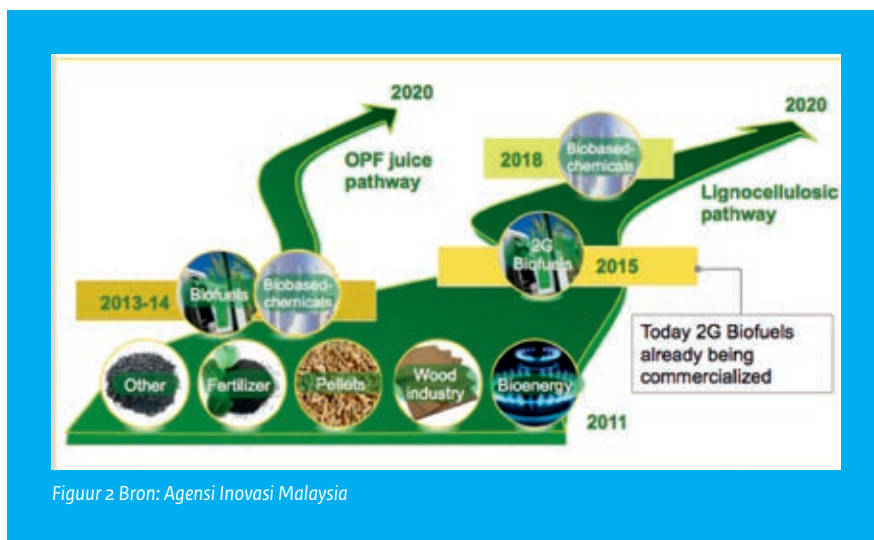
Palmpitschillen zijn de houtige schillen die overblijven als de palmpit is weggehaald na het kraken van de noot in de palmoliemolens. De schillen bevatten resten palmolie, waardoor ze een hogere calorische waarde hebben dan andere bijproducten van de palmolie-industrie. Het vochtgehalte van de palmpitschillen is vrij laag, tussen 10 en 25 procent. Hierdoor zijn de palmpitschillen geschikt als brandstof voor de boiler die energie en stoom genereert voor de palmoliemolens. De palmpitschillen en mesocarpvezels leveren meer dan genoeg energie om de palmoliemolen draaiende te houden. Hiernaast is er een markt voor de overgebleven schillen, soms in de vorm van briketten.

Reststroom lege vruchttrossen / EFB

EFB is een fiberachtig residu en is vaak in grote hoeveelheden biomassa aanwezig in de palmoliemolens na het maalproces. Deze biomassa heeft een hoog vochtgehalte (rond 60 procent) en is na voorbehandeling geschikt voor verdere productie van bio-energie. EFB werd vroeger in de open lucht of in eenvoudige verbrandingsovens verbrand om op een makkelijke manier van het afval af te komen. De as die hierdoor geproduceerd werd, kon worden gebruikt als compost voor op de plantages. Dit proces zorgde echter voor veel luchtvervuiling en is daarom nu verboden in Maleisië. Momenteel wordt EFB vaak gecomposteerd en gebruikt op de plantages.

Reststroom afvalwater Palmoliemolens / POME

De palmolie-industrie zorgt ook voor grote hoeveelheden POME. POME bevat hoge concentraties stikstof, fosfor en andere nutriënten. Dit effluent heeft een heel hoog biochemical oxygen demand (BOD) en chemical oxygen demand (COD), zelfs honderd keer hoger dan de gemeentelijke riolering. Het zwaar vervuilde afvalwater wordt vaak afgevoerd naar open bassins. Daar veroorzaakt het afvalwater vervuiling van het grondwater en de bodem en na anaerobe vergisting ontstaan grote hoeveelheden methaanemissies. Als alternatief kan het in gesloten ruimtes worden opgeslagen en vergist, maar dit wordt vaak gezien als een te dure optie.



Figuur 2 Bron: Agensi Inovasi Malaysia

Snelle stijging biomassa komende jaren

De biomassa bestond in 2010 uit 80 miljoen ton vaste biomassa en 60 miljoen ton afvalwater. Volgens berekeningen van de Maleisische overheid zal de vaste biomassa in 2020 groeien tot zo'n 85 – 110 miljoen ton en de vloeibare biomassa tot 70 – 110 miljoen ton. Maleisische palmoliebedrijven hebben vaak niet de kennis en technologieën in huis om de biomassa op een duurzame en kostenefficiënte manier te verwaarden. Daarbij is biomassa niet de core business van palmoliebedrijven, waardoor ze meestal niet veel tijd en geld willen steken in het omzetten van de reststromen in bio-energie, groene chemicaliën en andere waardevolle bijproducten.

National Biomass Strategy 2020

In samenwerking met de private sector en onderzoeksinstituten heeft de Maleisische overheid onderzocht hoe Maleisië nieuwe biomassasectoren kan ontwikkelen. Het doel hiervan is economische activiteiten genereren met een hoge toegevoegde waarde, die bijdragen aan het BNP en zorgen voor meer hoogwaardige banen. Dit onderzoek leidde in 2011 tot de eerste editie van de National Biomass Strategy (NBS) 2020. De NBS is de strategie van de Maleisische overheid om het gebruik van biomassa te promoten en te faciliteren. Daarbij promoten ze het gebruik van biomassa voor het produceren van energie, geavanceerde brandstoffen, groene chemicaliën en andere producten. De

prognoses zijn dat de opbrengst van het gebruik van de biomassa uit de palmolie-industrie op kunnen lopen tot 30 miljard ringgit (ca. 6.7 miljard euro) en 70.000 extra banen. De 1Malaysia Biomass Strategy delivery unit (1MBAS), die geleid wordt door Agensi Inovasi Malaysia (AIM), is verantwoordelijk voor de implementatie van de NBS.

MYBiomass

Hiernaast is de overheid ook betrokken bij MYBiomass, een joint venture van Malaysian Industry-Government Group for High Technology (MIGHT), Felda Global Ventures en Sime Darby, twee van de grootste palmoliebedrijven in Maleisië. Dit samenwerkingsverband is in het leven geroepen om de mogelijkheden te onderzoeken om palmolie-biomassa om te zetten in groene chemicaliën en deze groene chemicaliën vervolgens te vercommercialiseren. Een van de projecten is een op te zetten bio-raffinagefabriek in Johor in Maleisië. Deze fabriek zal eind 2016 in gebruik genomen worden en palmolie-biomassa omzetten naar hoogwaardige groene chemicaliën die gebruikt kunnen worden voor de productie van materialen, energie en medicijnen.

Groene chemicaliën en materialen

De reststromen uit de palmolie-industrie zorgen nu nog vaak voor milieuproblemen, terwijl ze met de juiste technologie omgezet kunnen worden naar waardevolle chemicaliën of duurzame energie die het economisch

rendement van de palmoliemolens verder kunnen verhogen. Naast bio-energie produceren, kan biomassa ook dienen als basis voor de productie van chemicaliën en materialen. Het grote voordeel van het gebruik van biomassa voor het produceren van groene chemicaliën en materialen, is dat deze vaak een veel hogere economische waarde hebben dan bio-energie. Daarnaast zijn voor duurzame energieproductie veel alternatieven beschikbaar, zoals windenergie en zonne-energie.

Microalgen kweken

De laatste jaren is veel onderzocht hoe je groene chemicaliën maakt uit de reststromen van de palmolie-industrie. Een veelbesproken methode is het gebruik van POME om algen te kweken, dit is onder andere onderzocht door Universiti Kebangsaan Malaysia en Universiti Teknologi Malaysia. Het mes snijdt hier aan twee kanten: de algen zuiveren het afvalwater en produceren tegelijkertijd een duurzaam biomassa-product. Microalgen zijn microscopische fotosynthetiserende organismen die zowel in zoet als zout water te vinden zijn. Er zijn veel soorten microalgen en iedere soort heeft zijn eigen compositie van eiwitten, koolhydraten en lipiden. Microalgen groeien snel en daardoor is de kweek van algen intensief: een relatief klein oppervlak kan een hoge opbrengst geven. De algen nemen tijdens hun groei nutriënten als stikstof, fosfaat en zware metalen op uit het afvalwater. De zware metalen kunnen op twee manieren in het afvalwater komen: via sporenmetalen uit palmvruchten die geteeld waren op verontreinigde bodems of door contaminatie van plastic en metalen pijpen, tanks en containers tijdens het verwerkingsproces. Aangezien algen deze metalen kunnen verwijderen uit het afvalwater, zijn ze een ideaal hulpmiddel voor het schoonmaken van de POME.

Toepassingen van algenbiomassa

Wanneer grote hoeveelheden zware materialen in de POME aanwezig zijn, is de algenbiomassa ongeschikt om verder verwerkt te worden tot levensmiddelen. De algenbiomassa is dan een zwaar vervuild afvalproduct dat gebruikt kan worden als bijstook in steenkoolcentrales met speciale technologie om zware metalen uit as of

rookgassen te halen. Wanneer de algenbiomassa niet vervuild is met metalen en andere giftige stoffen, dan kan deze vermarkt worden voor de voedingsmiddelenindustrie, de cosmetica-industrie of de farmaceutische industrie. De bekende algensoort spirulina, die ook wel gezien wordt als een 'superfood', is bijvoorbeeld rijk aan proteïne, koolhydraten, caroteen, pigmenten, vitamine (B12 en E), Omega 3 en 6 etc. Ook bevat spirulina de waardevolle stof fycocyanine, een blauwe kleurstof die gewild is in de textiel-, papier- en bouwindustrie. Daarnaast kunnen de algen gebruikt worden voor het produceren van tweede generatie biobrandstoffen. De algen bevatten namelijk tussen de 20-30 procent van hun gewicht aan olie. Enkele geschikte algensoorten voor het maken van biobrandstof zijn bijvoorbeeld *Chlorella vulgaris*, *Isochrysis*, *Arthrospira* (Spirulina) en *Dunaliella*. Het inzetten van algen voor het zuiveren van afvalwater en het produceren van biomassa-producten is inmiddels uitgetest en klaar om daadwerkelijk uitgerold te worden. De methode is echter nog niet economisch aantrekkelijk genoeg om op grote schaal in de praktijk toe te passen.

Reststroom droge palmoliebiomassa

De droge palmoliebiomassa kan ook gebruikt worden voor het produceren van verschillende producten. De lignocellulose biomassa bestaat voornamelijk uit koolhydraatpolymeren (cellulose en hemicellulose) en een aromatisch polymeer (lignine). De palmvezels zijn een belangrijke basis voor materialen als papier, textiel, composieten en bouwmaterialen. De vezels kunnen gemaakt worden van EFB. Om bruikbare vezels te produceren, worden de EFB versnipperd, gescheiden, gereinigd en gedroogd. De vezels zijn schoon, biologisch afbreekbaar, niet kankerverwekkend en vrij van pesticiden. De palmvezels kunnen als basis gebruikt worden voor het produceren

van kwaliteitspapier, zoals printpapier en papier voor sigaretten. Begin 2016 maakte BHS, een grote drukkerij/uitgeverij in Maleisië, bekend dat ze begin 2017 in Pahang een fabriek gaan openen die EFB door middel van de gepatenteerde technologie Preconditioning Refiner Chemical-Recycle Bleached Mechanised Pulp (PRC-RBMP) omzet in pulp en papier. Het palmoliebedrijf Felda zal de benodigde 7 miljoen ton EFB per jaar aanleveren. De fabriek zal 10.000 megaton aan houtvrije papierpulp produceren. Het papier zal in eerste instantie door BHS zelf gebruikt gaan worden en wordt later wellicht vermarkt. BHS en Felda onderzoeken ook of ze als joint-venture een tweede fabriek gaan opzetten met een productiecapaciteit van 100.000 megaton aan houtvrije papierpulp.

De grootste uitdaging is nu om de processen dusdanig te verbeteren en efficiënter te maken dat het economisch aantrekkelijk wordt om de biomassa te gebruiken voor het produceren van groene chemicaliën en waardevolle materialen.

Afvalmanagement wet- en regelgeving

Vanaf 2014 moeten alle nieuw gebouwde palmolie-molens in staat zijn om het biogas af te vangen dat door de vergisting van het afvalwater vrijkomt. Oudere molens moeten voor 2020 aan deze eis voldoen. Op dit moment hebben nog maar 145 van de 426 palmoliemolens een wastemanagementsysteem dat voldoet aan de eisen voor 2020. Het is dus de vraag of dit doel haalbaar is binnen de gestelde termijn. Voor de andere droge biomassa van de palmolie-industrie, bijvoorbeeld EFB, bestaat nog geen wetgeving. Hoewel handhaving van de nieuwe wet- en regelgeving rond het afvalwater nauwelijks bestaat, vinden palmoliebedrijven het toch steeds belangrijker om hun afvalmanagementsysteem te verbeteren. De reden daarvoor is het

“Als de algenbiomassa niet vervuild is met metalen en andere giftige stoffen, dan kan deze vermarkt worden voor de voedingsmiddelenindustrie, de cosmetica-industrie of de farmaceutische industrie”

wereldwijde negatieve imago van de palmolie-industrie en de risico's die dit met zich meebrengt voor de industrie.

Kansen voor Nederland

In het gebruik van de reststromen van de palmolie-industrie liggen veel kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven. Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen hebben expertise op het gebied van lucht-, bodem- en watervervuiling, afvalwatermanagement, het winnen van chemicaliën uit biomassa, biogas-upgrading en duurzaamheid. Zij kunnen oplossingen bieden voor de palmoliebiomassa problemen in Maleisië.

Er zijn kansen in Maleisië voor bedrijven die opereren in ieder deel van de biomassa supply chain: logistiek en transport, de behandeling van biomassa en energieproductie. Maar een nieuwe markt betreden is niet altijd gemakkelijk: er zijn handelsbarrières, het is voor bedrijven moeilijk om een ingang te vinden bij lokale partners en de lokale wetgeving is niet altijd duidelijk. Samenwerken met andere Nederlandse bedrijven en de Nederlandse overheid kan deze uitdagingen helpen oplossen.

Verskillende partijen werken nu aan een meerjarenmarktbewerkingsplan onder het programma Partners for International Business (PIB) op het gebied van Palm Oil Biomass. Dit convenant zal naar verwachting in november worden getekend. De PIB Palm Oil Biomass is een publiek-privaat programma dat een consortium van Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen helpt bij het opzetten van nieuwe samenwerkingsverbanden met bedrijven en kennisinstellingen in Maleisië en het betreden van de biomassamarkt om zo bij te dragen aan een duurzame palmolie-industrie. De PIB is een driejarig programma dat bestaat uit drie componenten: government, knowledge en business. Binnen deze drie onderdelen worden verschillende activiteiten georganiseerd, zoals matchmaking events, gezamenlijke R&D-programma's en technologiemissies. Inmiddels hebben zeven partijen zich bij het consortium aangesloten: ECN, DMT Environmental Technology, Keith Mfg., Royal Dahlman, Blackwood Technology, Paques en Witteveen+Bos. De producten en services van deze bedrijven en kennisinstel-

“Het PIB zoekt nog expertise in het omzetten van palmolie-biomassa in materialen of groene chemicaliën”

lingen zijn complementair. De partijen kunnen gezamenlijk een pakket van producten en diensten aanbieden dat aansluit bij verschillende vragen vanuit de gehele biomassa supply chain. De bedrijven die zich tot nu toe bij de PIB aangesloten hebben focussen zich voornamelijk op afvalwaterzuivering, bio-energie en consultancy in het verminderen van broeikasgasemissies. Het consortium staat open voor nieuwe bedrijven met een aanvullende specialisatie, bijvoorbeeld in het omzetten van palmolie-biomassa in materialen of groene chemicaliën.

De biomassamarkt biedt veel mogelijkheden, maar de Nederlandse spelers zijn niet de enigen die de Maleisische biomassamarkt willen veroveren. Ook buitenlandse spelers zien het potentieel van palmoliebiomassa. Daarom is dit hét moment om in te stappen en te investeren in de Maleisische palmoliebiomassa-markt.

Bronnen

Voor de totstandkoming van dit artikel zijn de volgende websites en artikelen geraadpleegd:

- 1 *Valorization of palm oil (mill) residues*. 2013. *Identifying and solving challenges*. Wolter Elbersen, Koen Meesters and Rob Bakker.
- 2 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096195341400021X> (geraadpleegd op 15 augustus 2016).
- 3 <https://biobs.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/generated/files/policy/Biomass%20Strategy%202013.pdf> (geraadpleegd op 12 augustus 2016).
- 4 <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/12161.pdf> (geraadpleegd op 12 augustus 2016).
- 5 <http://www.intechopen.com/books/biomass-now-sustainable-growth-and-use/the-oil-palm-wastes-in-malaysia> (geraadpleegd op 7 september 2016).
- 6 <http://www.cleanenergyministerial.org/News/malaysia-establishes-feed-in-tariffs-to-accelerate-renewable-energy-deployment-59786> (geraadpleegd op 11 augustus 2016).
- 7 *Strategy Advice PIB Oil Palm Waste*. 2015. *Fiandara Dwi Adityani, Linda Pratiwi Darmadi, Mitchel Smolders & Naomi Montenegro Navarro*.

- 8 https://www.ncsu.edu/bioresources/BioRes_09/BioRes_09_1_Review_Rajkumar_YT_Micro_Algae_Biofuel_Prodn_4049.pdf (geraadpleegd op 5 september 2016).
- 9 <http://derpharmachemica.com/vol7-iss7/DPC-2015-7-73-89.pdf> (geraadpleegd op 5 september 2016).
- 10 http://ac.els-cdn.com/S1876610215009583/1-s2.0-S1876610215009583-main.pdf?_tid=0b3e8cde-757f-11e6-a3a8-00000aacb35e&cdnat=1473310099_77a04c32a06516d4c390a3c75da72536 (geraadpleegd op 5 september 2016).
- 11 <http://www.mybiomass.com.my/about/> (geraadpleegd op 6 september 2016).
- 12 *Some Selected Physico-Chemical and Heavy Metal Properties of Palm Oil Mill Effluents*. 2012. *Elijah I. Ohimain, Enetimi I. Seiyaboh, Sylvester C. Izah, Ejiroghene V. Oghenegueke & Glory T. Perewarebo*.
- 13 *Pollution Control: How Feasible is Zero Discharge Concepts in Malaysia Palm Oil Mills*. 2013. *Yahaya S. Madaki & Lau Seng*.

Auteur: Lillan Henseler

Meer informatie

Astrid Seegers, Marijke ten Haaf, Susan van Boxtel
E-mail: sin-ia@minbuza.nl
Singapore

Japan

Chemie blijft onmisbaar voor de Japanse maakindustrie

De chemische sector is een van de stuwende bronnen voor de Japanse maakindustrie. Of het nu gaat over automotive, ITC, robotica of life science. De innovatieve kracht van deze sector blijkt steeds goed voor nieuwe materialen en productieprocessen die Japan aan de 'technology frontier' houden. Het land werkt daarbij vaak in thematische langetermijnprojecten waar overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen samenwerken, zoals bij het opzetten van een 'waterstofsamenleving'. Nederland heeft een goede relatie met Japan, die voortvloeit uit historische banden, maar ook op de toekomst gericht is in nieuwe vakgebieden zoals chemische biologie en post-Fukushima energietransitie.

Chemische sector omvangrijk ...

In een land met een nog altijd aanzienlijke maakindustrie is de chemische industrie in omvang de grootste sector. In de brede definitie, inclusief plastic en rubber, is de chemische sector goed voor 14,1 procent van de Japanse industriële productie. De sector is goed voor 860.000 Japanse banen: zo'n 12 procent van de maakindustrie. De auto-industrie – Japans sleutelsector – is nauw verbonden met de chemische sector. Vooral in de innovatieve gebieden (nieuwe materialen, batterijen, waterstof-brandstofcellen etc.) De Japanse chemische industrie verscheept op jaarbasis voor bijna 300 miljard Amerikaanse dollars aan producten en is daarmee na China en de VS de derde wereldwijde speler. De toonaangevende spelers zijn de 'chemiepoten' van industriële conglomeraten zoals Mitsubishi, Sumitomo en Mitsui, alsmede Toray en Teijin. Daarnaast heeft Japan ook een mondiaal opererende farmaceutische industrie, met organisaties als FujiFilm, Astellas (beiden in Nederland actief), Daiichi Sankyo en Takeda, maar ook een partij als Mitsubishi Chemicals heeft zijn groeiende life science activiteiten.

... maar in transitie

Japan is de derde economie van de wereld – ongeveer 30 procent groter dan Duitsland – maar net als in veel West-Europese landen slaat de vergrijzing toe. Daarmee verdwijnt structureel de rek uit de binnenlandse vraag. De oplossing ligt ook voor Japan in internationalisering en innovatie. Voor wat betreft de internationalisering laten de statistieken van de Japan Chemical Industry Association (JCIA) een duidelijke stijging zien van investeringen, productie en verkopen in buitenlandse markten. Voor wat betreft innovatie laten de investeringen in R&D een inspirerend beeld zien. Volgens cijfers van de Japanse branchevereniging is de chemische sector goed voor zo'n 25 miljard Amerikaanse dollars aan R&D-investeringen op jaarbasis. Ook bleek uit deze cijfers dat Japanse partijen traditioneel sterk inzetten op productkwaliteit en incrementele innovatie.

Toonaangevend houden

De Japanse overheid ziet de chemische sector als een van de stuwende bronnen, naast Automotive (Toyota, Nissan, etc.), Robotica (Fanuc, Yokawa, etc.) en Industriële ICT (Fujitsu, Hitachi, etc.), die de Japanse economie de komende decennia toonaangevend moeten houden. Daarbij kijkt men enerzijds sterk naar de doorontwikkeling van nieuwe technologiegebieden, zoals advanced materials (Teijin, Toray), de ontwikkeling van nieuwe medicijnen (FujiFilm [zie kader] en Astellas), maar Japan wil ook nieuwe toepassingen voor bestaande technologieën vinden. Japanse delegaties vanuit de industrie en kennisinstellingen reizen momenteel zeer actief de wereld rond op zoek naar potentiële toepassingen en nieuwe markten voor de Japanse technologie.

Key Innovator (FujiFilm)

Het Japanse FujiFilm vergaarde wereldfaam als producent van fotorolletjes. Waar concurrent KodakMinolta ten onder ging na de razendsnelle opkomst van de digitalisering, slaagde FujiFilm erin zichzelf opnieuw uit te vinden. De basis bleef de (fijn)chemie. CEO Komori diversifieerde het bedrijf richting toepassingen in de farmaceutica, en vond een veelheid aan hoogwaardige toepassingen van film en membranen. Zo is FujiFilm actief betrokken bij de ontwikkeling van alternatieve energie (bijvoorbeeld Membranen voor een Blue Energy project bij de Afsluitdijk *1), heeft het een succesvol medicijn ter bestrijding van het Ebola-virus op de markt, en zet het vol in op de kansen van regeneratieve geneeskunde (FujiFilm betaalde recentelijk 307 miljoen Amerikaanse dollars voor het Amerikaanse bedrijf Cellular Dynamics International dat iPS-cellen maakt). FujiFilm's Europese hoofdkantoor staat al sinds de jaren zeventig in Tilburg en het Japanse bedrijf heeft dus stevige Nederlandse wortels.

Thematische innovatie-programma's

De overheid zet de laatste jaren meer in op centraal gestuurde thematische innovatie-programma's. Het uitgangspunt daarbij is technologische excellentie creëren die de Japanse economie in staat stelt om concurrerend te blijven. Het doorsijpelen van kennis naar concurrerende producten is daarbij in toenemende mate een aandachtspunt van het bedrijfsleven en de overheid. De regering van Premier Shinzo Abe heeft de afgelopen jaren enkele ambitieuze nieuwe programma's ontwikkeld. Enkele voorbeelden:

1) Het Strategisch Innovatie Programma (SIP, *3):

Deze interministeriële programma's zijn in 2014 opgezet voor elf thema's van nationaal strategisch belang. Ze hebben een looptijd van tien jaar. Twee ervan hebben raakvlak-

ken met de chemische sector. Ten eerste het SIP-programma 'Energy Carriers' streeft ernaar om waterstof een belangrijke rol te laten spelen in een duurzame en stabiele energiehuishouding. Budget 2015: 26 miljoen euro. Er was veel betrokkenheid van grote industriële spelers. Het SIP-programma 'Structural Materials for Innovation' richt zich op polymeren. Deze sterke, lichte en hittebestendige materialen zijn interessant voor de transportindustrie en energiesector. (Structurele) materialen zijn al lang heel belangrijk voor de Japanse (maak-)industrie. Budget 2015: 30 miljoen euro. Bij dit programma waren belangrijke industriële partijen betrokken.

2) Japan Agency for Medical Research and Development (AMED, *4):

Om innovatie in de life sciences en healthcare te bevorderen en de funding van onderzoek centraler te kunnen aansturen, heeft Japan in 2015 het agentschap AMED opgericht. Thema's waar AMED zich op richt zijn: de ontwikkeling van nieuwe medicijnen en medische apparaten, klinisch onderzoek en klinische testen, regeneratieve medicijnen en medicijnen met persoonlijke (genetische) informatie over bijvoorbeeld hart- en vaatziekten. Budget 2015: ongeveer 1.4 miljard Amerikaanse dollars.

Technology frontier

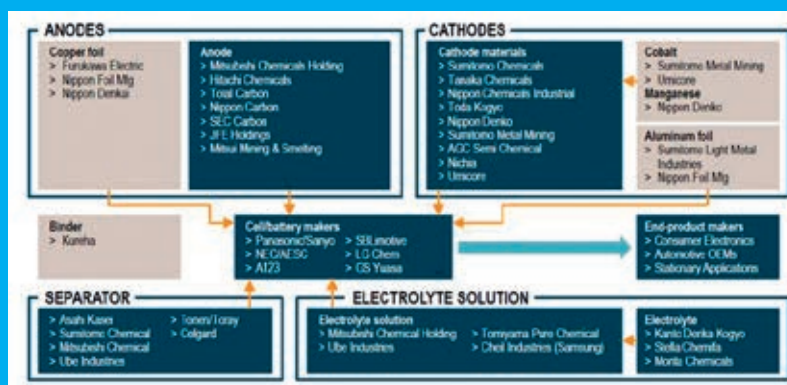
Hieronder volgen drie thema's waarop de Japanse overheid en industrie zeer actief inzetten. Via technologische doorbraken en proces- en logistieke innovaties proberen ze

de Japanse industrie aan de 'technology frontier' te houden.

Thema 1: Batterijen voor elektrisch vervoer

Japan is een pionier in de ontwikkeling van lithium-ion batterijen (LIB). In eerste instantie voor elektronica, maar later ook voor elektrische voertuigen: een groeiemarkt waar ook de Japanse auto-industrie op inzet. Ongeveer driekwart van de kosten van een LIB gaat zitten in de materialen voor de kathode, separator, elektrolyt en anode. Japanse chemische bedrijven zijn sterk vertegenwoordigd in de ontwikkeling en productie van deze materialen (zie de onderstaande afbeelding).

Tegelijkertijd is het agentschap NEDO in mei 2016 begonnen met een nieuw programma voor de ontwikkeling van volgende generatie batterijen voor elektrische voertuigen (EV). De doelstelling van het RISINGII-project is om in 2030 te komen tot betaalbare batterijen met een hoge energiedichtheid die in de prestatie vergelijkbaar zijn met een verbrandingsmotor. Een consortium van dertien universiteiten, vier kennisinstellingen en dertien bedrijven (waaronder GS Yuasa, Sony, Toyota, Nissan, Panasonic en Hitachi), gaat de komende vijf jaar samenwerken met een budget van 150 miljoen euro. Grote onderzoeksfaciliteiten als J-PARC en Spring-8 gaan de chemische materiaaleigenschappen testen van elektrodes- en elektrolytoplossingen in batterijen van de toekomst zoals zink-air



Figuur 1: Veel Japanse chemische bedrijven zijn betrokken bij ontwikkeling van lithium-ion batterijen (*5)

Chemische wetenschappers NL-JP vinden elkaar tijdens Gratama Workshops

Nederland staat aan de bakermat van de Japanse chemische sector. De Nederlandse chemicus Koenraad Gratama, die in de negentiende eeuw vijf jaar in Japan verbleef, stichtte de eerste moderne 'chemie-school' in Osaka, die de basis vormde voor de huidige Osaka University en bedrijven als Ajinomoto. Om dat te onderstrepen, wordt sinds 2000 de Gratama Workshop georganiseerd (*2). Deze vindt iedere drie jaar plaats, met ondersteuning van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en de Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). Twintig internationale toponderzoekers uit beide landen spreken over opkomende thema's als complexe moleculaire systemen, chemische biologie, zelfhelende materialen, precisie synthese en groene katalyse. De zesde Gratama Workshop staat gepland voor medio 2017 in Groningen.

batterijen en sulfide batterijen. Daarnaast worden ook de basisprincipes van redox-flow batterijen en optimalisering van de materialen in LIB verder onderzocht.

Thema 2: waterstof, chemische conversie en opslag van energie

Precies vijf jaar na de Fukushima kernramp op 11 maart 2011, die een omwenteling ontketende in de wereldwijde energie- en duurzaamheidsdialoog, bezocht een consortium van bedrijven en kennisinstellingen Japan op het gebied van chemische conversie en opslag van energie (*7). De deelnemers kwamen uit de Topsectoren Chemie, HTSM en Energie. Het vijfdaagse programma in Japan bleek voor de deelnemers (TNO, ECN, Shell, ISPT, Differ, TU Eindhoven en HyET) een goede benchmark voor Nederland. Het verschaftte dieper inzicht in de (implementatie-)strategie voor de energietransitie. Hoe gaat Japan om met maatschappelijke vragen zoals (fossiele) grondstofuitputting, milieuvervuiling en kosten voor energie? Welk belang hecht het land aan directe- en indirecte opslag van energie wanneer renewables en decentralisatie van energieopwekking zorgen voor onvoorspelbaarheid en piekmomenten waar het net niet op is ingericht?

Japan zet bij deze vraagstukken in op waterstof.

Onder aanvoering van premier Shinzo Abe ontwikkelde het land een roadmap om de waterstofsamenleving in drie fasen te realiseren [zie KADER] en de marktwaaarde te stuwen naar 8 miljard euro in 2030 en 70 miljard in 2050. Daarbij geldt een totaalbenadering vanaf waterstofproductie, transport & opslag tot het gebruik van waterstof in mobiele en stationaire brandstofcellen.

Roadmap waterstof

(Bron: METI)

- Tot 2020: uitrol infrastructuur voor waterstofauto's en stationaire brandstofcellen (legacy voor de Olympische Spelen in Tokio).
- 2020-2040: inrichten van H₂-supply chain. Transport en opslag van (buitenlandse) waterstof, technische aanpassen in industriële processen.
- Na 2040: realisering van een CO₂-vrije waterstofsamenleving met binnenlandse waterstofproductie uit renewables en power-to-gas toepassingen.

“Net als Nederland heeft Japan een sterke en innovatieve industrie in chemische en HTSM-sectoren en zijn er sinds de kernramp van Fukushima in 2011 snelle ontwikkelingen gaande met betrekking tot de energietransitie.”



Figuur 2: Roadmap van volgende generatie batterijen voor elektrische voertuigen (Bron: NEDO, *6)

Het ministerie van Economie (METI) neemt het voortouw bij het uitvoeren van deze roadmap en vertegenwoordigt Japan bij de IHPE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, *8). Ook financiert METI nationale projecten via het agentschap NEDO (waterstof gerelateerd budget: 100 miljoen euro in 2016). Een belangrijke rol hierbij ligt bij de private sector die verenigd is in de Research Association of Hydrogen Supply/Utilization Technology (HySUT). Waar autofabrikanten (Toyota, Honda, Nissan), gasgerelateerde bedrijven (Tokyo Gas, Iwatani, Idemitsu) en machinebouwers (Kawasaki Heavy, Chiyoda Corporation) tot nu toe 81 operationele waterstoftankstations hebben gebouwd.



Figuur 3: De Nederlandse delegatie inspecteert een Toyota Mirai (waterstofauto) in een H₂-tankstation

Tijdens het bezoek bleek dat er ook voldoende kansen zijn voor een technologische samenwerking met Japan op het gebied van Chemie en HTSM. Net als Nederland heeft Japan een sterke en innovatieve industrie in chemische en HTSM-sectoren en zijn er sinds de kernramp van Fukushima in 2011 snelle ontwikkelingen gaande met betrekking tot de energietransitie. Zo heeft de Kyushu University in Zuid-Japan het International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (IzCNER) (*9) opgericht; een onderzoeksinstituut van internationale allure dat chemische conversie en andere aspecten van de energietransitie onderzoekt. Bij Japan Technological Research Association of Artificial Photosynthetic Chemical Process (ARPCHEM) (*10) werken industriële organisaties en universiteiten samen aan fotosynthese en andere manieren van chemische conversie. In diverse projecten

“Japan is een pionier in de ontwikkeling van lithium-ion batterijen (LIB). In eerste instantie voor elektronica, maar later ook voor elektrische voertuigen: een groeimarkt waar ook de Japanse auto-industrie op inzet.”

en onderzoeken zijn al concrete stappen gezet met chemische conversie op grotere schaal, waaronder de uitrol van grootschalige energie-opslagprojecten met (redox flow)-batterijen in Hokkaido en de ontwikkeling van waterstofsteden in Yokohama en Kitakyushu.

Thema 3: Biomassa

Net als in Nederland staat in Japan biomassa ook steeds meer in de belangstelling. Het is onderdeel van een nieuwe energiemix na Fukushima. De energiemarkt liberaliseert en dereguleert en de overheid investeert in renewables met gunstige Feed-in-Tarieven. Dit biedt interessante opties voor Nederlandse partijen. Dat bleek tijdens een seminar ‘Biomass Torrefaction and Co-firing’, dat de ambassade in Tokio in mei 2016 organiseerde. ECN en Essent/RWE presenteerden tijdens de seminar inhoudelijke aspecten van torrefactie en Torr-Coal Group BV en a.Hak Renewable Energy BV presenteerden hun ervaringen in een commerciële fabriek (*11).

De Japanse overheid investeert in renewables met gunstige Feed-in-Tarieven van 24 yen/kWh (20 eurocent) met een looptijd van twintig jaar. Dat is veel hoger dan de Nederlandse netto feed-in premie die bij bestaande biomassa bij- en meestookinstallaties momenteel rond de 6,8 eurocent/kWh ligt, bij een looptijd van acht jaar. Het grondstoffenarme Japan geeft daarmee een incentive voor diversiteit en renewables. Het land onderzoekt ook de mogelijkheden met mee- en bijstook van bio-opgewaardeerde kolen. Zo heeft het Japanse ministerie van Milieu in 2013 een project aan Mitsubishi Heavy Industries

“De chemische sector is goed voor 860.000 Japanse banen: zo’n 12 procent van de maakindustrie. De auto-industrie – Japans sleutelsector – is nauw verbonden met de chemische sector.”

uitbesteed voor technologieverbetering bij het vermalen van biomassa en het produceren van bio-coal pellets. Hiermee is een meestook van 30 procent houtachtige biomassa mogelijk zonder significant verlies van efficiency. Ondanks deze ontwikkelingen, maakt Japan nog maar marginaal gebruik van biomassa. En heeft Japan een achterstand in technologie om de voordelen van bio-coal volledig in te zetten als hoogwaardige brandstof die zich makkelijk laat transporteren en opslaan. Dat zijn twee belangrijke voorwaarden om tot grootschalige toepassing te komen van renewables in Japan.

Bron

1. Meer informatie op website Fujifilm
2. Bron: Osaka University
3. SIP: “Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2015”
4. AMED: Agency for Medical Research and Development
5. Bron: E-mobility Roadmap for the EU battery industry
6. Bron: NEDO of Kyoto University
7. Zie eerder IA-Tokio artikel, “Energietransitie Japan goede vergelijking voor strategie Nederland”, mei 2016
8. IHPE: International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
9. IzCNER: International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (Kyushu University)
10. ARPCHEM: Technological Research Association of Artificial Photosynthetic Chemical Process
11. Zie eerder IA-Tokio artikel, “Nederlandse Biomassa Torrefactie op de kaart in Japan”, mei 2016

Meer informatie

Rob Stroeks, Jan-Hein Chrisstoffels
Email: mail@nost.jp
Japan

Taiwan

The Chemicals Top Sector in Taiwan

Introduction

Taiwan and the Netherlands share many similarities. The size of their populations and geographic areas are in the same range, and both countries' economies are export-driven, with a high percentage of SMEs (small and medium enterprises). Dutch-Taiwanese relations date back all the way to the period of Dutch colonial rule in Taiwan, from 1642 to 1662. These days, according to figures over the first half of 2016, Taiwan is Holland's fourth largest export destination in Asia, most notably in the categories of machinery, manufacturing goods, transportation equipment and, last but certainly not least, chemicals.

With an annual S&T expenditure of approximately 3% of national GDP, the Taiwanese government is determined to pursue industrial growth and overcome social challenges by promoting R&D activities and international cooperation in innovation. The goal is to facilitate the country's transition to a knowledge-based economy in the domestic industrial value chains. In the World Economic Forum's (WEF) 2015-2016 global competitiveness ranking, Taiwan ranked 16th overall among the 140 countries evaluated and 11th in the innovation pillar. The island is best known for its global market shares in wafer OEM (62.27%) and IC testing and packaging (48%). Taiwan is also among the global top three manufacturers in the following chemical-related categories: functional fabrics (27.25%), crystalline silicon solar cell (15.9%), IC substrates (24%), ABS (acrylonitrile butadiene styrene) (13.8%), thermoplastic elastomer (7.8%), β -carotene (4.36%), polyester yarn (2.5%) and nylon (6.2%).

The strength of Taiwan's chemical production, the long history of strong Dutch-Taiwanese trade relations and the two countries' shared interest in innovation provide a good basis for exploring prospects for R&D cooperation. In addition,

Taiwan's recent policy transition towards industrial integration and manufacturing innovation has revived its domestic chemical industry after a period of stagnant growth. The shift towards innovation in applied research and commercialisation is a perfect fit with Dutch expertise in emerging technologies.

To identify the most efficient and effective path and potential for research collaboration in the chemical industry, this report considers not only current research activities in Taiwan's chemical sector but also the country's distinct characteristics and national innovation system (including the roles of stakeholders).

Importance of Taiwan's chemical industry

The rapid growth of its chemical industry since the 1960s is one of the main driving forces behind Taiwan's economic boom. In 2012, the petrochemical industry achieved a production value of NT\$4.4 trillion (roughly €125 billion), with 4 million tonnes of ethylene production, ranking it the eighth largest in the world. Accounting for 31.3% of the production value and 25% of the total export value of Taiwan's manufacturing industry, the chemical industry accounts for 17.4% of total employment in the domestic manufacturing industry, making it one of the most important industries in Taiwan. Up until 2011, industry policy was aimed at the expansion of overall product volume, however a series of incidents led to a dramatic shift in policy towards transitioning to a high-value-added chemical industry with the aim to transform Taiwan into an internationally leading high-quality product manufacturing centre.

Problems

Around the start of the millennium, Taiwan's chemical industry faced several external challenges. Competition from China and other market rivals in Asia, tighter international environmental regulatory

controls on chemicals and several multinational chemical mergers and alliances increased pressure on Taiwan. In 2005, the government proposed a NT\$933.6 billion (approximately €27 billion) Guoguang petrochemical company investment project aimed at improving the competitive position of Taiwan's chemical industry. However, after repeatedly failing to pass the environmental impact assessment, the government eventually terminated the project in Taiwan. Matters got worse in 2014 when a series of deadly explosions occurred in the city of Kaohsiung, as described in box 1 below. This and other major incidents impacting the development of Taiwan's chemical industry are shown on the timeline in figure 1.

Current development path

High-value-added petrochemical strategy

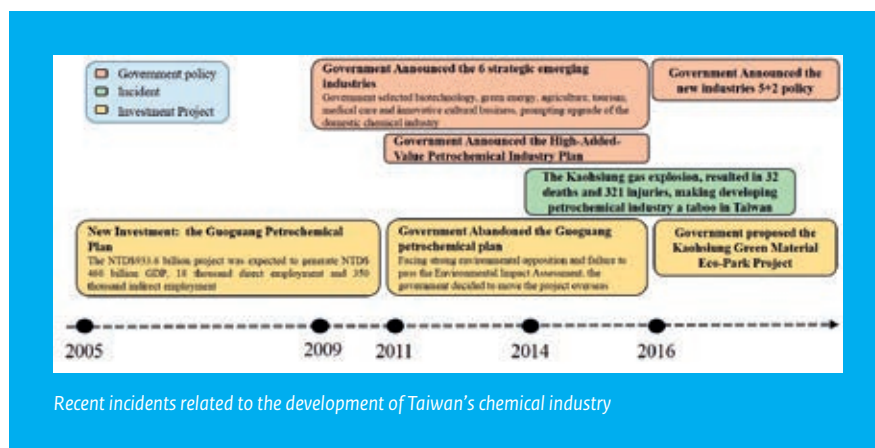
With expansion of domestic chemical production volumes no longer being a feasible option, the government revised its industry development policy and announced a 'high-value-added petrochemical industry' strategy in 2011 aimed at revitalising industrial growth.

The objective was to 'fully utilise the existing domestic petrochemical resources and the advantage of cutting-edge technology in Taiwan', with a focus on three main goals:

- Reinforcement of supply chain integrity in the domestic industry.
- Support growth of the six identified emerging industries through development and supply of required materials and products.
- Development of new products with a value-added rate (VAR) of over 30%.

Under this strategy, the performance targets are to achieve an average of 2% in the R&D ratio (R&D expense/output value) and an average industry value-added rate exceeding 20% by 2020.

To achieve these targets, the Ministry of Economic Affairs (MOEA) established the High-Value Petrochemical Promotion Office (PIPO) to oversee the policy's implementation. The PIPO in turn commissioned the Industrial Technology Research Institute (ITRI) and Plastic Industry Development Centre (PIDC) to facilitate industrial



Source: SETN (<http://www.setn.com/News.aspx?NewsID=33370>)

Box 1: Kaohsiung gas explosion

On 31 July 2014 a series of gas explosions occurred in downtown Kaohsiung, causing a total of 32 deaths and leaving 321 injured. The fatal incident was caused by a propane leak from a ruptured pipeline owned by the LCY Chemical Corp. into the underground sewage system. The chemical industry was blamed for the incident and industry development was halted due to public concerns over potential health and safety risks. This not only was a huge blow to the Kaohsiung petrochemical cluster, which was the second largest in Taiwan and accounted for one third of the domestic petrochemical industry's total product value, but has also negatively affected the development of Taiwan's entire chemical industry.

development through activities such as applied research, technology transfer, industrial consultation, professional training and the formation of industrial alliances.

New Innovative Industry 5+2 policy and the chemical industry

In July 2016, some three months after taking office, Taiwan's first female president, Tsai Ing-wen, and her government announced a new policy called 'Digital Nation, Innovative Economy', better known locally as the 'Innovative Industry 5+2 policy'. This policy focuses on five industries: green energy technology, national defence, pharmaceutical biotechnology, smart machinery and Asian silicon valley; and on two paradigm shifts: new agriculture and circular economy. Of these, the chemical industry is closely allied to the development of: (1) green energy technology industry in Tainan, (2) Asian silicon valley industry in Taoyuan, (3) new agriculture industry and (4) circular economy. It is expected that implementation of the Innovative Industry 5+2 policy will stimulate growth of the domestic chemical industry by boosting demand for technology and services.

Opportunities for Dutch engagement in Taiwanese chemical industry development

Circular economy fever

Since President Tsai's use of the term 'circular economy' in her presidential inauguration speech in May 2016, the circular economy concept has taken Taiwan by storm, particularly in government agencies and the chemical industry.

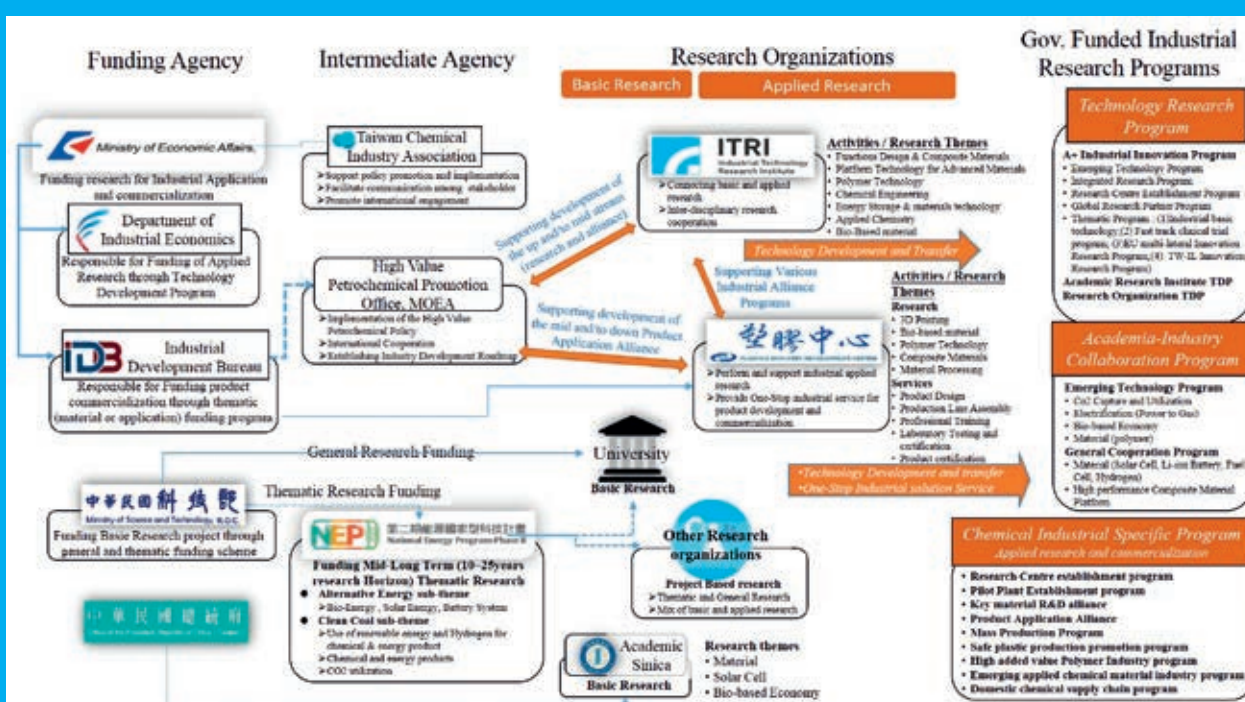
The Netherlands has meanwhile successfully presented itself to Taiwan as the global frontrunner in circular economy innovation. This is thanks in part to the Circular Expo in Amsterdam and an incoming trade mission centring on the circular economy in April 2016. This trade mission was followed by visits by Taiwan's Science & Technology and Environmental Protection ministers to the Netherlands in August and September 2016, again to discuss the circular economy.

The circular economy concept is recognised to have potential benefits by reducing demand for material imports, reducing energy consumption and improving materials efficiency, thereby reducing environmental footprint and overall CO₂

emissions. In Taiwan, the chemical industry is regarded as a major player in the country's transformation to a circular economy. Thus, the Taiwan chemical industry forum organised by the MOEA's Industrial Development Bureau on 30 August 2016 focused in particular on the circular economy. On 13 September 2016, Kaohsiung's Economic Development Bureau also organised a forum to discuss the development of a green materials eco-park in that city, which two years before had been deprived of the €27 billion Guoguang petrochemical company investment project as described above.

Green innovative materials industry seminars

In a series of seminars held from August to October 2016, the MOEA Industrial Development Bureau teamed up with chemical enterprises and universities to identify potential candidates for the next phase of new 'green' materials development to support domestic industry growth. An international conference slated for late 2016 will subsequently discuss in what form and ways international research cooperation can accelerate the development of the green materials identified during the seminars.



The innovation system, key stakeholders and the main research programmes in Taiwan's chemical industry

Innovation system and network in Taiwan's chemical industry

Research activities in Taiwan's chemical industry rely heavily on government research funding and on the facilitation of research organisations through joint research and industrial services.

The overall innovation ecosystem and key stakeholders are shown in figure 2, which is included to offer a general sense of the complexity of Taiwan's innovation ecosystem, role of key stakeholders and variety of programmes currently available. For more information, please contact Chih-Kai Yang at chihkaiyang@ntio.org.tw.

Technology development status and opportunities for Dutch companies

The current development status of stakeholder research themes is outlined below.

Materials:

- Development status: materials research in Taiwan focuses on materials processing for functionality rather than on basic research into materials themselves. An exception is the development of cyclic block copolymer (CBC), described in
- box 2. The High-Value-Added Petrochemical Industry programme has already established 17 key materials research industry alliances to enhance industrial integration and ensure efficiency of research. There are quite a number of alliances dedicated to researching polymers, especially in the field of membranes and for medical applications.
- Opportunity: one of the research institutes interviewed for this article expressed interest in international cooperation in the application of membrane technology, composite materials and polymer film (particularly for agricultural use). In addition, the lack of materials development capability in Taiwan may present an opportunity for Dutch organisations.

Box 2: New polymer development – USI Corporation's cyclic block copolymer (CBC)

Taiwanese chemical companies customarily acquire fully developed technologies from foreign firms for mass production in Taiwan. However, in 2011 Taiwan's second largest petrochemical firm, USI Corporation, took the opportunity to acquire CBC technology for in-house product research and market development. In 2015 USI Corporation was awarded funding by the Industrial Development Bureau (IDB) to establish a pilot plant with a view to full production in 2017. If USI Corporation does manage to establish full-scale CBC production in 2017, it will be the first success story in this domain and a model for local enterprises interested in the development of advanced materials.

Laboratory test results show that CBC possesses remarkable thermal stability, excellent UV durability, extra-high transparency, low water absorption, low density and superb purity. USI Corporation is currently developing applications in food packaging and also has plans to further develop advanced optical and medical applications.

Battery

- Development status: research in Taiwan mainly focuses on lithium batteries, which are widely used in communication devices and electric cars. An example is research into technology to prevent internal shorts, resolving a common safety concern.
- Opportunity: Taiwanese lithium battery companies have excellent lithium battery packaging and management technology. However, the industry relies heavily on imported electrode material, which presents opportunities for foreign electrode producers.

Energy/energy storage

- Development status: Taiwan's government recently announced an ambitious offshore wind energy target of 3 GW by 2025 and is actively promoting foreign investment in renewable energy in Taiwan.
- Opportunity: the planned increase in renewable energy will go hand in hand with demand for both renewable energy storage systems (electrification) and technologies to integrate renewable energy into the existing energy grid (smart grids). Research programmes are currently looking into the electrification of the chemical industry and there is a great deal of interest in research cooperation on this topic. At the same time, one of the interviewed research organisations expressed interest in technology that uses lithium batteries to facilitate the feed-in of renewable energy into the existing grid.

Circular economy (excluding the biobased economy)

- Development status: the circular economy concept is very popular in various industries, and especially in the chemical industry, with current projects focusing on the utilisation of captured CO₂ to produce energy (biofuel) and chemical resources. There are also projects investigating how to reduce CO₂ emissions through industrial symbiosis.
- Opportunity: circular economy research in Taiwan is still in its infancy and the Netherlands has much to offer, including experience with establishing circular economies at large chemical companies, industrial symbiosis for chemical parks (relevant for Taiwan's green materials eco-park), biogas plants and policy planning.

Biobased economy

- Development status: The 'new agriculture' paradigm shift that is part of the Innovative Industry 5+2 policy, discussed above, refers to the development of a biobased economy. In the past, Taiwan's lack of bioresources made biobased materials expensive to produce and increased the country's reliance on foreign supplies. Over the past ten years, research organisations have focused on developing biodegradable materials



CBC pellets

instead of biobased materials. Recently, the Far Eastern New Century Company in Taiwan successfully demonstrated production of a 100% biobased PET bottle for Coca-Cola. Another case of biobased economy research is Taiwan's participation in the H2020 project of 'No Agricultural Waste' (NOAW), in which the local project

team aims to turn pineapple waste into ecological and economic assets.

- Opportunity: the development of a biobased economy is still in its infancy in Taiwan but because it is a part of the new Innovative Industry 5+2 policy, we can expect surging demand for related knowledge, technology and products.



CBC film

3D printing

- Development status: research on 3D printing in Taiwan mainly is focused on developing market-based applications and on commercialisation. There are also a few research projects on the integration of 3D printing with the internet of things (IoT) and smart production.
- Opportunity: one of the interviewed research organisations is seeking cooperation to improve 3D printing speed.

Conclusions

Taiwan is focusing on strengthening domestic production capability through government-funded programmes aimed at establishing research centres, key materials research alliances, pilot plants and product application development alliances. On the one hand, the competitiveness of the local chemical industry is founded on the manufacturing excellence and quality control developed during the years that Taiwan served as a manufacturing base for Western firms. On the other hand, the recent transition towards a high-value-added chemical industry has further improved the efficiency and cost of high-quality manufacturing.

Taiwan's determined pursuit of high-quality manufacturing and a circular economy transition has several significant implications for potential industrial cooperation with the Netherlands. First, its diversified yet complementary industrial development path not only provides a shared interest with the Netherlands in enhancing the performance of the existing industry through research cooperation, but also reduces the risk of future competition as the two countries focus on different parts of the value chain. Second, the country's well-established and low-cost industrial R&D alliances make Taiwanese firms ideal partners for joint research in product application, especially for companies seeking to extend their value chain. Last but not least, Dutch expertise in the circular economy, particularly in the area of industrial symbiosis, is highly sought after by the Taiwanese government. Involvement in circular economy programmes can provide an introduction to dynamic and

creative local SMEs, which until now have had few international contacts. This presents interesting opportunities for showcasing novel Dutch technologies and products.

Already, we are witnessing a high volume of trade and growing interest in research cooperation on both sides, but with more tactical and well-coordinated engagement we can expect research cooperation to yield exponential synergies. IA Taiwan would be happy to guide you through this landscape.

Case study: promotion of the High-Value-Added Petrochemical programme

The High-Value-Added Petrochemical programme has five main objectives: (1) establishment of research centres, (2) formation of key materials research alliances, (3) facilitation of pilot production, (4) formation of product application research alliances and (5) mass production.

Over the four-year period from 2011 to 2015, the programme has achieved impressive results in strengthening industry research and production capacities. Highlights of the programme include:

- Facilitated 10 enterprises to establish research centres.
- Established 17 key materials research alliances in areas including:
 - 1) Research into weight-reducing technology for unmanned vehicles

- 2) Development of high-endurance SEBS (Styrene Ethylene Butylene Styrene) materials applications for transportation components
- 3) High temperature resistant nylon material R&D
- 4) Development of cyclic block copolymer (CBC) applications

- Established 5 pilot plants, including:
 - 1) USI Corporation's new CBC pilot plant, with potential applications in the optical and medical fields
 - 2) ChiMei Corporation's new 'next-generation optical acrylic' plant to develop acrylic polymer for optoelectrical applications
 - 3) ENRESTEC Inc.'s 'waste tire pyrolysis and eco-friendly carbon black high endurance elastomer' pilot plant project to recycle carbon black for use in conveyor belts and shoe materials
 - 4) Shinkong Synthetic Fiber Corp's TPEE (thermoplastic polyester elastomer) synthesis pilot plant which has developed functional polyester for applications in the automotive, transportation, construction and hi-tech industries
- Established 25 product application development alliances in areas including:
 - 1) High thermal conductive composite materials processing and application technology
 - 2) Heat resistant polymer materials processing and application technology

Acknowledgement

We would like to show our gratitude to the following experts for sharing their knowledge during the course of the research.

- Dr. Chiou-Chu Lai, Deputy Division Director, Industrial Technology Research Institute
- Mr. Shyh-Yang Lee, Executive Director, High-Value Petrochemical Industry Promotion office, MOEA
- Dr. Jing-Pin Pan, Division Director, ITRI, Industrial Technology Research Institute
- Dr. Jin-Gu Wang, Director of Energy Technology Development Centre, CTCI Foundation

More information

Chih-Kai, Yang
 Email: chihkaiyang@ntio.org.tw
 Taiwan

China

Opschoning en efficiëntie in de chemische sector in China

Chemie: een sector in beweging

De chemische sector is geen op zichzelf staande pilaar, maar is sterk verweven met andere sectoren waar geavanceerde materialen en data-intensieve technologieën oplossingen bieden. Dit is bijvoorbeeld het geval binnen domeinen als gezondheidszorg, infrastructuur, energievoorziening en voeding. Er ligt een taak voor de industrie om volledig aan te sluiten bij de technologische mogelijkheden en maatschappelijke behoeften van de 21^{ste} eeuw. Voor China houdt dit in dat de industrie zichzelf verfijnt en overproductie laat varen. De afgelopen jaren is gebleken dat in China hierdoor een tweedeling is ontstaan. Materialen zoals beton en staal worden bijvoorbeeld nog altijd op grote schaal (over) geproduceerd in zogenaamde 'zombie bedrijven', die voornamelijk actief zijn in staal-, cement-, glas-, steenkool-, en aluminiumproductie. Tegelijkertijd staan in steden als Beijing, Hefei, Shanghai en Shenzhen engineers op die zich kunnen meten met de mondiale top. Dit doen ze binnen richtingen als biobased, groene chemie, energie en nanophotonica.

Academische excellentie

De Chinese excellentie binnen de chemische sector neemt snel toe door een aantal bewegingen. Ten eerste de snelle groei van academische excellentie in het chemische domein in China. Ten tweede de toenemende stroomlijning in publiek-private samenwerkingen door middel van United Innovation Centers (IUCs, ofwel 联合创新中心, zoals in de luchtvaarttechnologie). Ten derde de duw in de rug van de Chinese overheid, gekoppeld aan de noodzaak om snel met innovatieve manieren te komen om voldoende resources te genereren voor de toenemende welvaart.

Green Chemistry is het credo en meer dan elders lijkt de markt zeer bereid om nieuwe ontwikkelingen een kans te geven. "Onze aandacht richt zich op de

Chinese energietechnologie want China is op dit gebied een leider. Soms qua techniek en soms qua kosten, maar steeds vaker op beide factoren", aldus Alexander van der Made, bijzonder hoogleraar aan het Shanghai Advanced Research Institute en werkzaam voor Royal Dutch Shell.

Wat doet de overheid?

Het dertiende vijfjarenplan voor de periode 2016 – 2020 legt sterk de nadruk op innovatie (mass innovation). Daar zit een sterke drang aan gekoppeld om een nieuwe generatie ondernemers op te leiden die innovaties op de markt introduceren (mass entrepreneurship). Innovatie wordt gezien als de sleutel tot het verder ontwikkelen van de economische vooruitgang in China. Denk aan het creëren van banen, services en het economisch ontsluiten van regio's die tot nog toe weinig hebben meegekregen van de toegenomen welvaart. Communicatietechnologie en datasecurity spelen hierbij een belangrijke rol om bijvoorbeeld financiële systemen en zorgsystemen transparanter, efficiënter en toegankelijker te maken.

Innovatie in China wordt voornamelijk gedreven door de Chinese academie en universiteiten.

De chemische sector zal hier op een aantal manieren aan bij gaan dragen. Traditionele industrieën zullen ten eerste moeten worden opgeschoond. Van de petrochemisch industrie wordt verwacht dat er geïnvesteerd gaat worden in schonere en efficiëntere manieren om ruwe olie te 'kraken', bijvoorbeeld door betere katalytische technologieën. Voor de gehele industrie geldt dat er geïnvesteerd zal worden in de verduurzaming van productieprocessen. Vanuit het dertiende vijfjarenplan wordt er een

instrument ontwikkeld om dit te verwezenlijken: het Green Development Fund.

Met de term Green Chemistry maakt China duidelijk dat het de meerwaarde inziet van duurzame ontwikkeling en productie. De centraal aangestuurde ambities zijn helder en regionaal lijken bestuurders minder mogelijkheden te hebben om dit te negeren. Bestuurders worden nu namelijk afgerekend op hun nettoresultaat in het behoud van natuurlijke bronnen in hun ambtsregio.

Hoe worden krachten gebundeld?

Innovatie in China wordt voornamelijk gedreven door de Chinese academie en universiteiten. Chemisch onderzoek is sterk ontwikkeld in China. De expertise is breed verspreid over een aantal geografische regio's in China. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de Nature index 2015 China, waarvan de top tien bestaat uit universiteiten in zeven verschillende Chinese steden.

Het Collaborative Innovation Center of Chemistry of Energy Materials

Op het gebied van chemie is er een aantal netwerken ontstaan. Het Collaborative Innovation Center of Chemistry of Energy Materials (iChEM) is opgericht in het kader van het 'Collaborative Innovation Program' van de ministeries van Onderwijs en Financiën. Hieronder vallen twaalf national en state key laboratoria, waaronder het nationale Synchrotron Radiation laboratorium in Shanghai. Aandachtsgebieden zijn onder meer: energieopwekking, conversie en opslag inclusief het gebruik van koolstof, elektrochemische processen (in bijvoor-

beeld batterijtechnologieën) en nieuwe energieomzetting, zonne-energie en theoretische modellering van energiechemie.

China Innovation Alliance of the Graphene Industry

China is op het gebied van grafeen de grootste patenthouder ter wereld. Het land heeft 40 procent van de patenten en een handvol bedrijven dat meer dan honderd ton grafeen per jaar produceert. Deze jonge industrie is geclusterd in de China Innovation Alliance of the Graphene Industry (CIAGI). Deze organisatie verwacht dat de totale marktwaarde van deze industrie in 2020 100 miljard Chinese renminbi zal zijn. Daarvan zal China een groot aandeel nemen. Telefoons zijn bijvoorbeeld uitgerust met toepassingen van grafeen om hitte af te voeren. Ook wordt er binnen een jaar elektronisch papier op basis van grafeen verwacht. De overheidsinvesteringen van 400 miljoen Chinese renminbi in de Chinese grafeen-industrie werpen langzaam vruchten af. Niet iedereen vindt deze investering voldoende. Ook worden in China vraagtekens gezet bij de strategie om in te zetten op de simpele applicaties van grafeen. Bijvoorbeeld high-end applicaties, zoals foto-elektrische toepassingen van grafeen, binnen bijvoorbeeld de IT- en energiesector.

Geavanceerde materialen

Geavanceerde materialen vormen een specialisatie binnen de chemische sector. Deze tak ontwikkelt materialen die aansluiten bij de snel opkomende toepassingen van vandaag de dag met het oogpunt op nieuwe en hoogwaardige eigenschappen, efficiëntie en robuustheid. De toepassingen liggen zoals verwacht binnen de data- en IT-sector zoals de semi-conductor- en de fotonica-industrie. Maar ook binnen health en pharmaceuticals, de petrochemische-industrie en de energie-industrie. Bij deze laatste vier spelen nanomaterialen en katalyseprocessen steeds meer een rol in de manipulatie en detectie van moleculen en processen. In China wordt dan ook sterk ingezet op de ontwikkeling van toepasbare geavanceerde materialen. Zo is er vooruitgang geboekt op het gebied van (residual) fluid catalytic

cracking in het duurzaam omzetten van aardolie naar diesel en lichte olie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van katalysatoren in combinatie met additieve poreuze materialen die het katalyseproces efficiënter maken.

3D printing

Wat geavanceerde materialen betreft staat ook 3D printing in de schijnwerpers. Langzaam maar zeker neemt de toepasbaarheid van 3D printing toe en is men in staat om materialen te printen met biovergelijkbare of biocompatibele eigenschappen. Zulke eigenschappen zijn enablers voor een groot aantal disciplines, en zou tot oplossingen kunnen leiden binnen de medische technologieën. Ook wordt verwacht dat er met 3D printing veel winst te behalen valt voor chemische processen, waarbij sterk wordt ingezet op biochemie. Geprinte biopolymeren, gedeeltelijk bestaande uit nanocomposieten, kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt in de gezondheidszorg om weefsels te regenereren of een matrix te bieden waarin een weefsel zichzelf kan repareren.

Op verschillende topinstituten in China wordt geëxperimenteerd met 3D printing-technologie in bijvoorbeeld orthopedische toepassingen. 3D printing met geavanceerde materialen bevindt zich nog in een erg vroeg stadium, maar het is te verwachten dat er een zeer breed palet aan toepassingen in ontwikkeling is.

Zonne-energie

Ten slotte staan ook de ontwikkelingen van de photovoltaïcs (PV), zonne-energie, niet stil. Een aantal labs richt zich op het verbeteren van niet-conventionele technologieën. Verschillende Chinese groepen hebben recent de prestatie van Polymer solar cells (PSC) verbeterd door de photonopname in de low-energy range te verhogen en de energie-transfer te verbeteren. Dit jaar is, in een samenwerking met de Chinese Academie en een onderzoeksgroep uit Zweden, een efficiëntie van 11 procent bereikt. Uiteindelijk zou deze technologie een goedkopere en breder toepasbare oplossing kunnen bieden voor het opwekken van elektriciteit door middel van PV.

Met de term Green Chemistry maakt China duidelijk dat het de meerwaarde inziet van duurzame ontwikkeling en productie.

China is op het gebied van grafeen de grootste patenthouder ter wereld met 40 procent van de patenten en een handvol bedrijven dat meer dan honderd ton grafeen per jaar produceert.

Green Development Fund

In 2015 werd in de Chinese pers het Green Development Fund geïntroduceerd. Dit instrument zou centraal komen te staan in het verwezenlijken van de duurzame ontwikkeling van de Chinese industrie. Na enkele maanden radiostilte is dit jaar dezelfde term teruggekeerd. Dit initiatief is ontstaan nadat de president van de Volksrepubliek China Xi Jinping in 2015 de VS bezocht, om met behulp van het Paulson Instituut uit New York Amerikaanse technologie in te zetten om gebouwen en productie in China te verduurzamen. Het hiervoor gereserveerde bedrag komt overeen met ongeveer 3 miljard euro.

Hernieuwbare energiebronnen

Het ontwikkelen van hernieuwbare energiebronnen is voor China van groot belang. De thermale (niet-nucleaire) energieopwekking met kolen is sterk verouderd en zeer vervuילend. In 2015 is de capaciteit en de generatie van hernieuwbare bronnen en nucleaire energie enorm opgevoerd. Hernieuwbare energiebronnen hebben nog steeds veel groeipotentie in China, maar hiervoor zal zowel de technologie als de infrastructuur verbeterd moeten worden. De logistieke systemen en het elektriciteitsnet zijn bijvoorbeeld oud en inefficiënt. Hierdoor gaan ruwe materialen en elektriciteit verloren of ze worden voor niets opgewekt.

Biobased energiebronnen

Het ontwikkelen van biobased energiebronnen gaat gepaard met het ontwikkelen van biobased materialen. In China is er daardoor veel aandacht voor C1-chemie en biomassaconversie. De uitdaging is tweeledig. Ten eerste is de huidige logistiek achter de biobased economie niet geschikt voor efficiënt gebruik van de aanwezige middelen. Deze uitdaging is een procesmatige en niet uniek voor de chemische sector. Dat inefficiënte proces zien we ook terug als

er bijvoorbeeld specialistische kennis over chemische processen in China voldoende aanwezig is, maar het lastig blijkt om processen en belanghebbenden op een lijn te krijgen om een complexe waardeketen op te bouwen. Projecten met Chinese partijen zouden zich vaak ook hier op moeten richten. De tweede uitdaging vloeit hier gedeeltelijk uit voort. Als input voor de biobased brandstoffen worden in China nu nog voornamelijk consumeerbare gewassen toegepast, die dus wedijveren met de voedselketen. Deze eerste generatie gewassen wordt langzaam vervangen door een volgende generatie gewassen (1.5) zoals de pulp van cassave en sorghum. Chinese wetenschappers hebben de technologie hiervoor verbeterd en passen dit toe om op lage temperatuur bio-ethanol te produceren. De tweede en derde generatie gewassen – bijvoorbeeld respectievelijk houtpulp en algen – worden nog niet op grote schaal gebruikt. Maar verschillende academische instituten zijn inmiddels wél aan het experimenteren.

Ook op industriële schaal is er bijvoorbeeld een centrale in de provincie Shandong die cellulose omzet in brandstof. Interessant is de autonomie waarmee de verschillende provincies hun eigen mandaat voor het bijmengen van bio-ethanol kunnen bepalen. Sommige Chinese provincies vereisen nu een mengsel tot maximaal 10 procent bio-ethanol, maar een nationaal mandaat is vooralsnog afwezig. Hier zouden verschillende redenen voor kunnen zijn,

waaronder het nationale verbod om ethanol als brandstof te importeren (al wordt hier wel mee geëxperimenteerd) en de snelle opkomst van elektrisch aangedreven voertuigen.

Kansen voor Nederland

De diversificatie in de chemie sector in China neemt toe. Op verschillende vakgebieden is China nu de academische koploper. Het is te verwachten dat de specialistische kennis door zal sijpelen naar commerciële toepassingen. Op een aantal – vooral procesmatige en infrastructurale – gebieden liggen er kansen voor experts van buiten China. Tegelijkertijd lijkt het opbouwen van affiniteit met ontwikkelingen in China van belang, om ervoor te zorgen dat de daar opgebouwde kennis ook elders in de wereld geïmplementeerd kan worden.

Een concrete kans is

In ieder geval is er een grote vraag naar het gebied van geavanceerde biobrandstofttechnologieën. Chinese bedrijven zijn met name op zoek naar oplossingen voor cellulose ethanol (tweede generatie biobrandstof), waste-to-fuel omzetting, biomanufacturing met algen en duurzame brandstoffen voor de luchtvaart. De huidige ambities van China op het gebied van biotechnologie bieden zeker kansen voor buitenlandse partijen. Het lokaliseren van deze kansen is op dit moment een beperkende factor waardoor buitenlandse partijen de kansen nog onvoldoende kunnen pakken. Zoals het World Economic Forum schrijft: “Since the biotechnology environment in China is very fragmented, a more comprehensive view on the key industry organizations, big or small, would be beneficial. Case studies, particularly from smaller players, may help to better understand the biorefineries landscape and foster collaboration, knowledge sharing, and innovation.”

Het ontwikkelen van hernieuwbare energiebronnen is voor China van groot belang omdat de thermale (niet-nucleaire) energieopwekking met kolen sterk verouderd en vervuילend is.

Met dank aan

Jetty Shi, Nanopolis, Suzhou
Gao Xiangdong, SIC-CAS, Shanghai

Informatie gebruikt voor dit artikel

- **Zombie bedrijven:**
<http://www.ejinsight.com/20160222-china-has-clean-zombie-firms/>
- **Environmental impact and audit:**
<https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/China-Insight-briefing-March-2015.pdf>
- **ICHEM:**
<http://www.2011-ichem.org/en/show.asp?id=845&ca=1>

- **CIAGI:**
http://www.china.org.cn/china/Off_the_Wire/2016-08/23/content_39150813.htm
- **PCS:**
<http://phys.org/news/2016-04-world-fullerene-free-polymer-solar-cells.html>
- **Energy efficiency:**
<http://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2016/07/Renewable-Energy-Integration-EN.pdf>
- **Energy mix in China :**
<http://www.energypost.eu/chinas-electricity-mix-changing-fast-co2-emissions-may-peaked/>
- **Liquid Biofuels in China:** <http://www.ccap.org.cn/uploadfile/2012/0927/20120927091142732.pdf>

- **WEF Biotechnology Ecosphere:**
http://www3.weforum.org/docs/1P/2016/CH/WEF_CH_Biotechnology_Ecosphere_in_China_2016.pdf

Meer informatie

Sam Linsen
Email: sl@hollandinnovation.cn
China

Zuid-Korea

Chemical industry in Korea

Introduction

Since the early 60's, the Korean chemical industry, especially the production of bulk chemical materials, has made a tremendous contribution to the country's economic growth. Since the early 2000's, Korea's chemical industry has been transforming itself to produce innovative and high-value-added products. Fine chemicals, biochemicals and batteries are among the new focus areas.

Fine chemicals

Korea's fine chemical industry is the fifth-largest in the world. The four major companies in this sector are LG Chem, Lotte Chemical, SK Innovation and Hanhwa Chemical, all of which are ranked among the world's top 50 chemical companies. The Korean fine chemical industry's production amounted to €20 billion in 2013. Basic inorganic chemicals and paint and ink together accounted for almost half of this amount.

Korea's semiconductor industry still heavily depends on imports of materials for its production process. To reduce this reliance, Korea is pursuing joint investments with foreign partners, attracting foreign companies and developing the materials itself.

The center of the Korean fine chemical industry is located around the city Ulsan in the south-eastern part of the peninsula. It is home to the largest chemical industrial complex in Asia, housing renowned Korean and non-Korean companies such as SK Energy, S-oil, Solvay, Eastman, Rhodia, BP, Mobil and Dupont. Ulsan supports its chemical companies by building national research centers and R&D facilities, including the Ulsan Fine Chemical Industry Center. To further expand, it is also attracting new industries in the biochemistry and nanochemistry sectors.

Biochemical industry

The market size of the Korean biochemical industry is relatively small. According to the Korea Bio Association, in 2012 the total production of biochemical products in Korea was only 7.1% of the total chemical output. However, Freedonia Group (2011) foresees a positive future for the Korean biochemical industry, stating that Korea's bioplastic market will increase to a volume of 40,000 ton in 2018, due to the increase in demand from Japan and China. With this volume it will account for 6% of the Asian market.

Korean companies such as SK and Daesang, along with research institutes and venture capital firms, have been working on the research and development of biodegradable plastic since the 1990s. Korea has a competitive advantage in the chemical processing; so many companies are focusing on the commercialization of products instead of developing new materials.

Basic Direction

In order to achieve the goal of becoming the world's fourth leading country in the biochemical industry, the Korean government is planning to develop the following policies.

1) Stimulating the market (demand)

In order to vitalize the biochemical materials sector, the government will establish a regulation making the use of eco-friendly packaging and garbage bags compulsory. In addition, the government will establish standards and a certification procedure for the production of biochemical products.

2) Strengthening supply capacity

It is difficult for individual companies to obtain the necessary biomass in South East Asian countries, so the government has to put in diplomatic efforts

to secure overseas resources. For this reason, the government must establish a semi-governmental organization such as the Korea Oil Corporation in order to secure the biomass. At the moment, Korea relies heavily on general trading companies to import biomass. If necessary, Korea could collaborate with Japan or any other country to work together as an Official Development Assistance project partners for this purpose.

3) Creating an innovative ecosystem

The government will plan to increase investment in research and development in the biochemical industry, in order to create an innovative ecosystem. More specifically, it will try to develop a Korean standard for bioplastic materials, increase the collaboration between large, medium and small companies as well as between industry and academia to develop commercialized products, and increase both national and international R&D cooperation.

4) Restructuring the regulations

The government will function as a control center. As the biochemical industry is a typical fusion industry, the Korean government should act as a control center to lead the biochemical industry. Secondly, the government will adopt a law to accelerate industrialization. As the government sees the biochemical industry as one of Korea's next-generation industrial growth engines, they will make an effort to establish new laws that will vitalize demand in the biochemical industry, secure the biomass supply and strengthen the innovativeness of companies and research institutes.

Batteries

With the growth of the number of mobile devices, batteries have become one of the major growth products for big chemical companies. Samsung SDI and LG Chem are investing heavily in the development of batteries and are setting up factories. In recent years, these companies have also started to focus on batteries for electric vehicles and large energy storage systems capable of holding several MWh.

LG currently provides batteries to about 20 global makers of electric vehicles (EVs), including General Motors, Ford and Hyundai. Samsung is supplying batteries to European manufacturers like BMW and Audi. It will build a €300-million plant with the capacity to supply 50,000 EVs with batteries. LG Chem and Samsung SDI are expanding in China. They built battery factories in Nanjing and in Xi'an (central China), respectively, in October 2015 to establish themselves on the Chinese electric-car market. The LG unit produces batteries that can run 50,000 pure electric vehicles each year, while the Samsung factory can power 40,000 EVs.

To boost its competitiveness, LG Chem acquired the cathode material business from GS Energy Corp in early October 2016. With this transaction, LG will not only obtain a portfolio of GS EM's intellectual property including technologies for producing cathodes and precursors and core elements of lithium-ion batteries, it will also obtain a production facility and research work force associated with the cathode material business.

In mid-September 2016, the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) announced that it will set up an R&D-program to improve the range of EVs from 190 km to 400 km by 2020. The government has vowed to invest €21 million in this project; private partners will invest €12 million.

A completely new business area for LG Chem is space. In July 2016, it announced that it will supply batteries to NASA. These batteries will power the crucial devices for oxygen supply, communication and radiation detection in space suits.

Petrochemical industry

Korea's petrochemical industry is in a slump. Its exports plunged 21.6% to €33 billion in 2015 due to weakened demand from China and the sustained low oil price, which caused a lower unit price. The Korean government is trying to start a restructuring of the industry, but it faces resistance from the Korean industry.

Sources

1. NAM, J. (2015, May). *Bio Chemical Industry Policy Making*. KIET Industry Economy, 22-28. Retrieved October 05, 2016.
2. Ulsan Fine Chemical Industry Center, <http://english.ufic.or.kr/>
3. Invest Korea, <http://www.investkorea.org/en/world/fine.do>
4. Ulsan Techno Park, <http://www.utp.or.kr/newenglish/>
5. Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), <http://english.motie.go.kr/>

More information

Jeong Eun Ha, Jiyeon Hong, Peter Wijnhuizen
Email: pw@nost-korea.com
Zuid-Korea

Verenigde Staten

Californische biobased economie staat in bloei

Biobrandstoffen en hoogwaardige specialty chemicals maken een spannende tijd door. Nieuwe interesse en investeringen vanuit de overheid in algae-based technologies compenseren voor een nog altijd lage olie prijs. Private investeringen in de hoogwaardige specialty chemicals nemen jaarlijks toe. Dit artikel geeft een overzicht van trends en bedrijven in deze sector in het westen van de Verenigde Staten (San Francisco Bay Area en San Diego). Met als kanttekening dat er naast deze regio nog twee biobased hubs zijn in de VS: het oosten (Boston regio) en midwesten (Illinois en omgeving).

Biobrandstoffen versus fijne chemicaliën

Een paar jaar geleden leek de alternatieve brandstoffenmarkt nog zo veelbelovend. De VS streefde naar energieonafhankelijkheid en investeerde op grote schaal in onderzoek naar verschillende biobased technologieën. Toen in 2011 de VS een netto-exporteur van olieproducten werd (als gevolg van de ontwikkeling van schaliegas en lagere olieprijs) werden deze alternatieve biobrandstoffen minder rendabel. Veel van de bedrijven die op dat moment met name algen-based brandstoffen ontwikkelden, verschoven hun aandacht naar de productie van hoogwaardige specialty chemicals. Deze producten hebben hogere marges en kleinere volumes. Daarnaast vinden ze een nieuw en snelgroeiend thuis in de cosmetica-, voedingssupplementen-, Omega-3 vetzuurrijke oliën- en dierenvoedingmarkten. Zo was Solazyme (South San Francisco) een van de voorlopers in de ontwikkeling van de biobrandstoffen, met name gesteund door het Amerikaanse Department of Defense. Op de World Congress on Industrial Biotechnology in 2016 presenteerde zij zichzelf als een specialist in algae-based voedingsproducten en -olieën.

De noodzaak voor en de voordelen van biobrandstof (met name dat het geproduceerd kan worden op grond die niet geschikt is voor de landbouw) zijn

nog altijd de drijfveer voor investeringen in de chemische sector. In 2015 heeft het Department of Energy achttien miljoen dollar geïnvesteerd in onderzoek naar het vergroten van de opbrengst van algentechnologieën. Het doel is om vóór 2019 de kosten van biobrandstoffen onder de vijf dollar per gallon te brengen. Verschillende partijen hebben al (bijna) commerciële biobrandstoffen op de markt. Bijvoorbeeld de Soladiesel biodiesel van Solazyme voor industriële dieselmotoren, personenauto's en jetfuel. Voorbeelden van andere bedrijven in deze sector zijn Sapphire Energy (San Diego, CA), Cellana (San Diego/Hawaii) en Synthetic Genomics (La Jolla, CA). Al deze bedrijven zijn ontstaan in de regio om UC San Diego en Scripps heen.

De noodzaak voor en de voordelen van biobrandstof zijn nog altijd de drijfveer voor investeringen in de chemische sector

Fermentatie procestechnologieën

De ontwikkeling van biobrandstoffen via fermentatieprocessen is tot nu toe minder succesvol geweest. Veel bedrijven hebben het niet gehaald, afgezien van een paar organisaties zoals INEOS Bio (Lisle, IL) die bioethanol uit biobased syngas produceert.

Gasfermentatie wordt veelbelovend geacht voor de productie van een aantal bulk en fijne chemicaliën, zoals allerlei kleinere vetzuren, alcoholen en aminozuren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van koolmonoxide, kooldioxide, methaan en syngas afkomstig van biomassa of huishoudelijke afvalstromen, en micro-organismen.

De grootste barrière in de ontwikkeling van biobased producten zijn de hoge productiekosten

Top-biobased bedrijven

Lanzatech (Chicago, IL) is nog altijd de grootste speler op het gebied van gasfermentatie met drie commerciële locaties waar afvalgas van staalfabrieken wordt gebruikt om 2,3-butaandiol te maken voor de rubber- en nylonindustrie. Samen met Aemetis (Cupertino, CA) werkt Lanzatech aan verdere ontwikkeling van ethanolproductie uit onder andere landbouwafval en zuivelreststromen.

Newlight Technologies (Costa Mesa, CA) vangt methaan op en gebruikt zuurstof uit de lucht om een drop-in van PHA-based thermoplastic, ook wel AirCarbon genoemd, te produceren voor IKEA. Mango Materials (San Francisco, CA) ontwikkelt een procestechnologie om PHB (een natuurlijk voorkomend biologisch afbreekbare polymeer) uit methaan te maken.

Andere top-biobased bedrijven in de regio zijn: Genomatica (San Diego, CA), Novvi (Emeryville, CA), Amyris (Emeryville, CA), Verdezyne (Carlsbad, CA), Rho renewable (Oakland, CA) en Caribou Biosciences (Berkeley, CA).

Trends in investeringen

De grootste barrière in de ontwikkeling van biobased producten (of het nu om brandstoffen of andere chemicaliën gaat) zijn de hoge productiekosten waardoor de technologieën nog altijd niet economisch rendabel zijn. Synthetische biologie, vooral de snelle toepassing van de editingmethode CRISPR, zorgt voor een versnelling in de

sectoren en interesse van investeerders.

Met name Y Combinator, Founders Fund, Google Ventures, Flagship Ventures, OS Fund, Data Collective, Sofinnova Partners, Fidelity Biosciences, Innovation Endeavors, Novartis, SOSventures, Bioeconomy Capital, Rainbow Seed Fund, Draper Fisher Jurvetson en Illumina springen hier op in.

In 2015 bedroeg private investering in nieuwe synthetic biology-bedrijven meer dan een half miljard dollar. De gemiddelde investering per bedrijf was weliswaar kleiner (van 64 miljoen dollar in 2012 naar 23 miljoen dollar in 2015), maar nog nooit eerder werden zoveel bedrijven gesteund.

Conferenties

Nog altijd is de jaarlijkse World Congress (www.bio.org/events/bio-world-congress-industrial-biotechnology) de belangrijkste conferentie op dit gebied. Maar er zijn ook andere opkomende meetings, als de SynBioBeta (<http://synbiobeta.com>) waar het nuttig zou kunnen zijn voor een consortium van Nederlandse partijen om zich te presenteren. In combinatie met deelname aan de volgende conferentie zou een gezamenlijke verkenning van de regio's rondom San Diego en in Silicon Valley overwogen kunnen worden. De interesse in biofuels en intensivering in investeringen in de hele biobased sector (inclusief de fermentatie technologieën, hoogwaardige specialty chemicals) zijn interessante ontwikkelingen waar de Nederlandse sector op in kan springen.

Bronnen

- Algenbedrijven in San Diego:
<http://www.fuelinggrowth.org/san-diego-algae-capital-of-the-world/>
- Algen biobrandstoffen (2015):
<http://www.renewableenergyworld.com/articles/2015/07/what-s-up-with-the-algae-biofuels-industry.html>
- DOE 2015 funding:
<http://energy.gov/eere/articles/energy-department-awards-18-million-developable-bioproducts-and-biofuels-algae>
- <http://www.biobasedpress.eu/2016/07/gas-fermentation-another-promising-biobased-technology/>
- Voor overzicht van top biobased bedrijven in de wereld:
<http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/07/50-hot-bio-based-companies-5-quick-takes.html>
- Over investeringen:
<http://synbiobeta.com/news/these-synthetic-biology-companies-have-raised-half-a-billion-dollars-in-2015/>
- Deloitte rapport Noordwest Europa:
<https://www.rabobank.com/en/images/deloitte-fermentation-study.pdf>
- Newlight en IKEA:
<http://www.biobasedworldnews.com/huge-investment-as-ikea-newlight-sign-10-billion-pounds-biotechnology-production-licence>
- Investeren:
<https://i3connect.com/tag/fermentation>

Meer informatie

Karin Louzada

Email: karin@nost-sv.org

Verenigde Staten

Brazililë

Brazilian chemical sector focusing on diversification & green chemistry

The fifth largest country in the world, rich in natural resources, Brazil is home to the sixth largest chemical sector globally. The sector is currently facing significant challenges. Solutions to these challenges, such as diversification, open up opportunities for international collaboration in R&D, education and business development. Furthermore, Brazil has made a clear choice for continued investment in green chemistry, a segment in which its collaboration with the Netherlands is already very successful. Alongside the biobased economy, nanotechnology is also a major area of interest, as this article discusses.

Facts & figures on the sixth largest chemical sector in the world

Brazil is rich in petroleum, gas, biodiversity, minerals and rare earth elements. This richness and a large domestic consumer market form the basis for Brazil's chemical industry. In 2015 the Brazilian chemical sector had a net revenue of around US\$112.4 billion [1], divided across the following segments: products for industrial use (US\$54.9 billion, of which 65% petrochemicals), pharma (US\$13.2), fertilisers (US\$12.5), personal hygiene, perfumes and cosmetics (US\$11.1), agrochemicals (US\$9.6), soaps and detergents (US\$5.2), paints and coatings (US\$3.1), fibres (US\$0.9) and others (US\$1.9). Compared to 2014 this represents a decrease of 23% (measured in US\$). The sector accounts for around 2.5% of Brazil's GDP, to which it is the fourth largest industry contributor (a position it has held since 2008). The sector employs some two million people directly and indirectly, with salaries twice the manufacturing industry average.

According to the Brazilian chemical industry association, ABIQUIM, the sector's trade deficit has shown 'explosive growth' over the last decade (from US\$7.9 billion in 2005 to US\$26.5 billion in 2015).

There are two main reasons for this development. The first is the fact that national demand for chemical products grew faster than national production (one-third of national demand is imported). Second, imports of high added-value products grew faster than exports of these products (partly because Brazilian industry was better positioned for commodities with lower added value).

In 2015, the Netherlands exported around €1 billion in chemical products to Brazil (approximately one-third of total Dutch exports to Brazil, with the main category being medicinal and pharmaceutical products) and imported around €0.3 billion in chemical products from Brazil (main category: organic chemical products) [2].

Shortlist of main players in business and R&D

Among the largest chemical companies in Brazil are Braskem, Bayer, Yara Brasil, Syngenta, Basf, Valefert, Mosaic, Heringer, Monsanto, DuPont, DOW, Akzo Nobel, Rhodia and Oxitenio.

Among the top universities in the field of chemical engineering are the University of São Paulo (strong in chemistry of life and process control), the University of Campinas (strong in process technology and green chemistry), the Federal University of Rio de Janeiro (strong in petrochemistry and polymers) and the Federal University of São Carlos (strong in materials and catalysis).

A relatively new development is the foundation of innovation centres by the Brazilian confederation of industries, CNI, with help from the Fraunhofer Institute and MIT, to support industry with new products and processes, applied research, standardised testing, practical solutions to complex problems

and personnel training. Totalling 24 in all, these innovation centres are located throughout the country and represent a total investment of around €550 million (of which €410 million from the Brazilian Development Bank, BNDES). Those linked to the chemical industry include the centres for Advanced Materials and Nanocomposites (São Bernardo do Campo), Green Chemistry (Rio de Janeiro), Biosynthetics (Rio de Janeiro), Biotechnology (São Paulo), Electrochemistry (Curitiba) and Polymer Engineering (São Leopoldo). So far, several of these centres have expressed an interest in international collaboration, specifically in joint projects. The Biosynthetics Centre, for example, has set up collaborations with the SYNBERC cluster (USA) and the IAR cluster (France) and is interested to extend this collaboration to the Netherlands.

Other relevant players are the chemical industry association (ABIQUIM), the Brazilian chemical society (SBQ) and the chemical engineering association (ABEQ). Most segments of the chemical engineering sector typically also have their own associations. For public funding, the most relevant players are national government (CNPq, CAPES, FINEP, EMBRAPPII), state-level research foundations (including FAPESP and FAPERJ) and the development bank BNDES.

Sector facing serious challenges

Besides the recent economic recession and political instability, the Brazilian chemical sector faces several challenges in the domestic and international markets. In the 2016-2018 chemical sector agenda presented to Brazil's interim president in July 2016, ABIQUIM identified the following challenges as urgent: secure natural gas as feedstock at competitive prices (current cost is three times higher than in North America), reduce tax impact on the prices of products that compete internationally, and secure financial resources for continued investment in industrial development (for example, through BNDES).

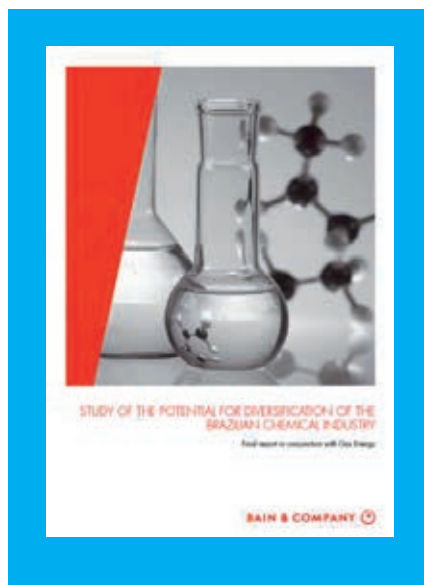
Over the medium to long term, diversification of the product portfolio with new and higher added value products is essential, which will require the implementation of new technologies and development of

The fifth largest country in the world, rich in natural resources, Brazil is home to the sixth largest chemical sector globally

qualified human capital. Furthermore, the sector is looking to improve logistic conditions (rail, road, water), secure energy supply at competitive prices and position itself as a provider of sustainable development solutions (for instance, related to COP21).

Study shows potential of diversification

In order to help reverse the increase in the sector's trade deficit, Bain & Company and Gas Energy authored a BNDES-funded study on the potential for diversification of the Brazilian chemical industry [3]. The study focuses on higher added value chemical products, the strengthening and expansion of commodity chains and the development and implementation of new technologies.



The study concludes that 'Cosmetics and personal care, agrochemicals, food additives for animals and chemicals for petroleum exploration and production are among the segments with better competitive conditions, which we define as segments where the size of the Brazilian market is attractive for investments in local production. Segments of the chemical industry that add value to locally available and competitive

raw materials can also be attractive for investments. We identified opportunities in aromas, flavors and fragrances, cellulose derivatives, food additives for humans, silicon derivatives, surfactants, butadiene and isoprene derivatives, aromatic derivatives, polyurethanes (PU) and their intermediates, lubricants, carbon fiber (CF), specialty polyamides, high-tenacity polyester, oleochemicals and chemicals from renewable sources'. If investments in the primary focus segments materialise, the trade deficit for these segments could be reduced by US\$22-38 billion per year in 2030.

The study furthermore comments on the production of chemicals from renewable sources (biomass) using alternative technologies, which could contribute US\$15-35 billion in annual industry revenue by 2030. This comment fits with findings by the Holland Innovation Network and Netherlands Business Support Office that Brazil is looking to generate value from waste streams from sectors such as agriculture and forestry. The Netherlands is seen as a partner with expertise in developing the higher added value products that Brazil needs for economic development (and to reduce its dependency on commodities markets) and to develop integrated value chains from feedstock production to full conversion into products.

Development bank credit line for chemical sector development and innovation

In 2015 the national development bank, BNDES, and the Funding Authority for Studies and Projects (FINEP) launched a credit line of around €600 million to support technological development and investment in manufacturing chemical products (PADIQ programme). Six priority themes were selected: additives for animal feed, silicon derivatives, carbon fibres and composites, products for petroleum exploration and production, chemicals for personal hygiene, perfumes

and cosmetics, and chemicals from renewable sources. In the first call (two more are expected), 27 business plans were selected. Of these, 12 concern chemicals from renewable sources and 8 chemicals for personal hygiene, perfumes and cosmetics, representing a total investment of €660 million of which two-thirds is in chemicals from renewable sources. Projects range from developing substitutions for potential allergens and carcinogens in baby products to carbon fibres for aerospace, automotive, sports, industrial and wind energy applications to fragrances based on Brazilian fruits, flowers and plants.

New initiatives to bridge research/industry gap

Besides the aforementioned CNI innovation centres, other steps have been or are being taken to reduce the – typically large – gap between research and industry. An example is the EMBRAPII programme launched by the Ministry of Science, Technology, Innovation and Communication (MCTIC) and Ministry of Education (MEC). EMBRAPII aims to support applied research institutes in setting up projects in partnership with industry by sharing financial risks in the precompetitive phase of innovation. EMBRAPII has set up a network of accredited applied research institutes which, for the chemical sector, includes the Agricultural Research Corporation (Embrapa), the Institute for Technological Research (IPT) and the National Research Center in Energy and Materials (CNPEM). So far, 108 projects have been contracted, with a total value of around €50 million.

In addition, Brazil's largest research foundation, FAPESP, is focusing more and more on R&D projects in which universities and institutes collaborate with the private sector (also with private sector funding). In order to increase economic (and scientific) impact, FAPESP this year furthermore published a database of patents resulting from research projects funded by this foundation [4]. Of the 1,065 patents filed since 1990, 201 are related to biochemistry and 199 to organic chemistry, ranking these segments among the top three (only medicine has more patents).

Biobased economy key topic in current R&D collaborations with Brazil

In current collaborations with Brazil, the biobased economy has become a key topic, involving several of Topsector Chemie's main segments: chemistry of life, chemistry of advanced materials and chemical conversion/process technology/synthesis. Since 2011, 23 joint R&D projects have been initiated, spanning the full spectrum from feedstock to final products: six are funded by the CNPq and NWO, seven by the São Paulo Research Foundation (FAPESP) and NWO, and ten by FAPESP and BE-Basic (TKI-BBE). These projects are focusing on, for example: programmable balancing of growth and formation of polyhydroxyalkanoates in *Escherichia coli* (Delft University of Technology and University of São Paulo), tailor-made biodegradable polymers produced by bacteria from biomass (Chaincraft and University of São Paulo), understanding the emulsion behaviour of fermentation mixtures in the microbial production of diesel and jet fuel-like biofuels (Delft University of Technology and University of Campinas), development of innovative catalysts for syngas adjustment and Fischer-Tropsch synthesis from biomass for integrated and decentralised production of renewable synthetic fuels (Eindhoven University of Technology and Federal University of Rio Grande do Sul) and sustainable bisabolol production from renewable resources (Wageningen

University and National Institute for Science and Technology in Wetlands). It is estimated that the total volume of biobased activities in which the NWO and BE-Basic and their Brazilian partners are engaged already exceeds €12 million, with the NWO and BE-Basic providing funding for the Dutch project partners and FAPESP & CNPq for the Brazilian project partners.

Besides these joint projects, there has also been a strong increase in student mobility in the field of biobased economy. This is manifested by the Living Lab Biobased Brazil, a collaboration between Dutch universities of applied sciences and Nuffic Neso that has brought 30 students to Brazil so far for green chemistry, biopolymers and other projects, and the dual degree PhD programme being run by Delft University of Technology and Brazilian partners including the University of Campinas (with a target of 100 PhDs by 2025).

Additionally, in 2014 the Topsector Chemie and BE-Basic organised a successful Holland Biotech pavilion at the second Brazilian Bioenergy Science and Technology conference in Campos do Jordão, with presentations on joint R&D projects and the involvement of the Dutch biobased sector (which includes Corbion, Dyadic, Bioprocess Pilot Facility, Delft Advanced Biorenewables, Port of Amsterdam, Energy Research Centre of the Netherlands and Delft University of Technology). There is



strong interest to present Dutch expertise and companies again at the third edition of this event in October 2017.

An excellent example of business development in this field is the application of DSM's yeast in Brazil's first commercial second-generation bioethanol plant, Granbio Bioflex 1 in São Miguel dos Campos, with an initial capacity of 82 million litres. Recently, DSM set up an R&D lab in Campinas to continue developments in this field (biofuels and biomaterials).

Collaboration in this field is clearly bearing fruit, as was also concluded by the Advisory council for science, technology and innovation (AWTI) [5]. This success and the fact that both Brazil and the Netherlands have prioritised biobased economy is a sound basis for continued collaboration in R&D and business.

Major investment in graphene and nanotechnology

A fairly new, but potentially major field of common interest in addition to green chemistry is chemical nanotechnology and advanced materials. Examples of recent R&D activities in Brazil are:

- The development of transparent biological composites as substrate for flexible OLEDs. The composite is made of bacterial cellulose and castor oil-based polyurethane. The material could also be suited for medical applications (such as contact lenses) and biodegradable packaging.

- In March 2016, Brazil inaugurated the Advanced Graphene, Nanomaterials & Nanotechnology Research Center (MackGraphe) at Mackenzie Presbyterian University in São Paulo, the first centre of its kind in Latin America and a €25 million investment. MackGraphe sees major opportunities for Brazil, given that it is one of the world's leading graphite producers and graphene has a high added value. The number of Brazilian scientific articles on nanotechnology and nanomaterials, including graphene, rose by 700% between 2005 and 2015 compared to the previous decade.

- One such publication is a recent article by Brazilian researchers on a newly discovered property of graphene: Giant and Tunable Anisotropy of Nanoscale Friction. This finding could be a determinant in production of nanoelectromechanical systems, for which knowledge of crystal orientation is required.

- Researchers are also looking into the potential role of nanotechnology in exploiting another natural resource of Brazil: oil. This nanogeoscience research aims to double oil extraction using nanoparticles of oxides, such as silica, impregnated with surfactants to extract oil adhering to rocks in reservoirs.

Positive outlook for continued investment in collaborations with Brazil

The recent economic recession is clearly affecting R&D budgets, entrepreneur

confidence (though the downward trend seems to be levelling off) and capital availability. However, it has also sparked positive trends, boosting R&D in public-private partnerships and leading industry to look for new products with higher added value, for example. These developments, paired with the country's abundant natural resources and large domestic market, furnish ample reasons for continued investment in collaborations with Brazil across the whole chain of R&D, education and business development.

Sources:

1. ABIQUIM, www.abiquim.org.br/pdf/livreto-de-dados-2015-paginas.pdf
2. RVO, <http://www.rvo.nl/onderwerpen/internationaal-ondernemen/landenoverzicht/brazilijë/handel-en-economie>
3. Bain & Company, http://www.bain.com/Images/REPORT_Bain_and_Company_Study_of_the_potential_for_diversification_of_the_Brazilian_chemical_industry.PDF
4. FAPESP, <http://www.bv.fapesp.br/pt/papi-nuplited/pc/>
5. AWTI, <http://english.awti.nl/documents/publications/2015/10/15/collaborate-to-innovate>

More information

Ernst-Jan Bakker, Nico Schiettekatte
Email: ernstjan.bakker@minbuza.nl nico.schiettekatte@minbuza.nl
Brazil

Colofon

Dit is een publicatie van:
RVO.nl

Bezoekadres
Prinses Beatrixlaan 2
2595 AL Den Haag
T (088) 602 15 04
E ianetwerk@rvo.nl
www.ianetwerk.nl
Postadres
Postbus 93144
2509 AC Den Haag

© Rijksoverheid | november 2016
ISSN: 1572-6045

RVO.nl is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken. RVO.nl voert beleid uit voor diverse overheden als het gaat om duurzaamheid, innovatie en internationaal. RVO.nl is hét aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor meer informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving.

IA Netwerk

Berichten over internationale R&D en technologische ontwikkelingen worden samengesteld door de Innovatie Attachés (IA's), verbonden aan de Nederlandse ambassades in de Verenigde Staten (incl. Canada), Japan, Korea, Taiwan, India, Singapore (incl. Maleisië), China, Duitsland (incl. Zwitserland), Frankrijk, Turkije, Israël, Rusland en Brazilië. IA publicatie is een uitgave van RVO.nl.

Ook kunt u Innovatie Attaché Netwerk vinden op Twitter: @ianetwerk of via LinkedIn: <https://nl.linkedin.com/in/ianetwerk>

Overname van artikelen

Overname van (delen van) artikelen is toegestaan met bronvermelding. Stuur of mail u afdruk van de overname aan IA-thuisbasis.

Illustraties, tabellen en weblinks

De kwaliteit van illustraties, tabellen en weblinks kan bij het publiceren in themapublicaties niet altijd voldoende gewaarborgd worden. Daarom treft u in plaats daarvan een verwijzing naar onze website, www.ianetwerk.nl. Verwijzingen naar weblinks kunt u terugvinden onder het artikel of nieuws item van de betreffende post.

Meer informatie

Heeft u vragen, stel uw vraag aan de IA post in uw regio. Verderop vindt u de adressen. Stel uw vraag per mail, bij voorkeur via de website: www.ianetwerk.nl. Geef ook aan in welk kader en met welk doel u zoekt. U kunt uw vraag ook richten aan de IA-thuisbasis in Den Haag. Deze stuurt de vraag door naar de betreffende IA-post(en).

Eindredactie

Kris Kras Design en
Metamorfose Vertalingen B.V.

Ontwerp

Tigges, strategie, concept, ontwerp,
Rijswijk

Drukwerk

Xerox/OBT, OBT is partner van Xerox voor de Rijksoverheid

Contactgegevens Innovatie Attaché Netwerk - Holland Innovation Network

Holland Innovation Network Central office - Netherlands

P.O. Box 93144 | 2509 AC The Hague
Bart Sattler, Hans Bosch, Roy Paulissen, Lies Timorason
phone: +31 (0)88 602 5021
e-mail: ianetwerk@rvo.nl
www.ianetwerk.nl (Dutch only)

Holland Innovation Network China

7 hrs later

Holland Innovation Network Beijing

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
4, Liangmahe Nanlu, Beijing 100600, China
Taake Manning, Qing Ma, Maurits van Dijk
phone: +86-10-853 20259
e-mail: beijing@nost.org.cn

Holland Innovation Network Shanghai

Consulaat-generaal Shanghai
10/F East Tower, Dawning Center, 500
Hongbaoshi Road, Shanghai 201103, China
Sam Linsen, Anouk van der Steen, Bart van Hezewijk
Telefoon: +86-21 2208-7223
E-mail: shanghai@nost.org.cn

Holland Innovation Network Guangzhou

Consulaat-generaal Guangzhou
Teem Tower, 34 floor, 208 Tianhe Road,
Guangzhou 510620, China
Jingmin Kan
Telefoon: +86-20-3813-2228
E-mail: guangzhou@nost.org.cn

Holland Innovation Network Germany

Botschaft des Königreichs der Niederlande
Büro für Wissenschaft und Technologie
Klosterstrasse 50, D-10179 Berlin
Eelco van der Eijk, Joop Gilijamse, Kristin Freyer
phone: + 49 30 20956219
e-mail: bln-ia@minbuza.nl

Holland Innovation Network France

Ambassade du Royaume des Pays-Bas
Service pour la Science et la Technologie
7 Rue Eblé
F-75007, Paris, France
Eric van Kooij, Joannette Polo-Leemreis,
Pietermel van Oers
phone : + 33 1 40 62 33 33
e-mail: info@hollandinnovation.fr

Holland Innovation Network Turkey

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Consulate General of the Kingdom of the Netherlands
Rory Nuijens
Istiklal Caddesi 197
3443 Beyoglu Istanbul Turkey
Phone: +90 530 844 2810
Email: rory.nuijens@minbuza.nl

Holland Innovation Network India

3.30 hrs later

Holland Innovation Network New-Delhi

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Department for Science & Technology
6/50-F, Shantipath, Chnakyapuri,
New Delhi- 110 021, India
Jelle Nijdam, Vikas Kohli, Akanksha Sharma
phone: +91 11 24197625
e-mail: jn@hollandinnovationnetwork.in

Holland Innovation Network Mumbai

Netherlands Office for Science and Technology
Consulate General of the Kingdom of The Netherlands
Forbes Building, 1st fl., Charanjit Rai Marg, Fort
Mumbai - 400 001.
Martijn Lammers
telefoon: +91 22 221 942 10
e-mail: ml@hollandinnovationnetwork.in

Holland Innovation Network Japan

7 hrs later

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Office for Science and Technology
3-6-3 Shibakoen
Minato-ku, Tokio 105-0011
Jan-Hein Chrisstoffels, Rob Stroeks, Kikuo Hayakawa,
Noriko Ogawa, Mihoko Ishii
phone +81 3 5776 5510
e-mail: mail@nost.jp

Holland Innovation Network Singapore

6 hrs later

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Office for Science and Technology
541 Orchard Road, 13-01
Liat Towers Singapore 238881
Susan van Boxtel, Astrid Seegers, Marijke ten Haaf
phone : +65 67 39 11 11
e-mail: sin-ia@minbuza.nl

Holland Innovation Network USA

Holland Innovation Network Washington

6 hrs earlier

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Office for Science & Technology
4200 Linnean Avenue N.W.
Washington DC 20008-3896, USA
Sigrid Johannisse, Martijn Nuijten, Gerda Camara
phone: +1 202 274 27 27
e-mail : nost@nost.org

Holland Innovation Network Boston

6 hrs earlier

Consulate of the Kingdom of the Netherlands
20 Park Plaza | Suite 524 | Boston MA 02116,
USA
Walter de Wit
phone +1 617 426 9224
Mobile +1 202 615 7168
Email: walter@nost-boston.org

Holland Innovation Network

San Francisco

9 hrs earlier

Netherlands Office for Science and Technology
1 Montgomery Street, Suite 3100
San Francisco, CA 94104, USA
Wouter Roelofs
Karin Louzada
Natasha Chatlein
phone: +1 415 2912080
e-mail: info@nost-sv.org

Holland Innovation Network South Korea

7 hrs later

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
10F Jeongdong Building
15-5 Jeong-dong, Jung-gu
Seoul, 100-784, South-Korea
Peter Wijlhuizen, Jeong Eun Ha
phone: Tel: +82 2 311 8600
e-mail: pw@nost-korea.com

Holland Innovation Network Israel

1hr later

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Office for Science and Technology
Beit Oz, 13^e verdieping
14 Abba Hillel Street / Ramat Gan 52506
P.O. Box 1967 / Ramat Gan 52118
Tel Aviv
Racheli Kreisberg
phone: +972 (3) 75 40 744
Mobile: +972 52 953 0385
e-mail: racheli@nost.org.il

Holland Innovation Network Russia

2 hrs later

Embassy of the Kingdom of the Netherlands
Kalashny pereulok 6 | 115127 | Moscow |
Russian Federation, Russia
Pauline Doll
Phone: + 7 495 797 29 69
Mobile: +7 915 348 08 99
email pauline.doll@minbuza.nl

Holland Innovation Network Taiwan

6 hrs later

Netherlands Trade & Investment Office
13F-2, 1 Songgao Road
Xinyi District
Taipei-11073 (Farglory Financial Center)
Wouter van Marle
Chih-Kai, Yang
phone +886 2 875 87200
email HollandInnovation@ntio.org.tw

Holland Innovation Network Brazil

5 hrs earlier

Holland Innovation Network São Paulo
Consulate General of the Kingdom of the Netherlands
Avenida Brigadeiro Faria Lima, 1779 - 3. Floor
Jardin Paulistano
01452-001 São Paulo SP
Nico Schiettekatte, Ernst-Jan Bakker
Rens Koele
phone + 55 (0) 11 - 3811 3307
email nico.schiettekatte@minbuza.nl

