

MJP Katalyse en procestechnologie: Enablers voor de transitie naar een duurzame chemische industrie

1. *Titel van MJP: Katalyse en procestechnologie: Enablers voor de transitie naar een duurzame chemische industrie*
 - Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden
2. *Tot welke van de 8 clusters van technologieën behoort dit MJP:*
 - Advanced Materials
 - Chemical technologies
 - Engineering and Fabrication technologies
3. *Welke sleuteltechnologieën staan centraal:*
 - Katalyse (Catalysis) en Biokatalyse (BioCat)
 - Procestechnologie (BioProcTech)
 - Scheidingstechnologie (SepTech)
4. *Positie NL: Wat is de relatieve positie van Nederland in deze technologie(ën) in de EU en mondiaal?*

Nederland is internationaal zeer sterk in de chemie en raffinage en academisch en industrieel leidend (beoogde omzet in 2030 is 100 miljard euro voor de chemie) in procestechnologie en katalyse, en heeft sterk geïntegreerde gemeenschappen in katalyse (NIOK/VIRAN) en procestechnologie (ISPT)
5. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*

Katalyse en Procestechnologie zijn sleuteltechnologieën voor de beoogde transitie naar een duurzame chemische- en raffinagesector. De disciplines worden ingezet om processen te ontwikkelen die efficiënter omgaan met grondstoffen en energie, en het gebruik van nieuwe grondstoffen mogelijk te maken. Katalyse is een cruciale technologie voor de chemie, petrochemie, energie, en voedselproductie, en is van cruciaal belang bij het maken van kunstmest, de conversie van grondstoffen naar chemische producten of brandstoffen, de enzymatische conversie van grondstoffen van biologische oorsprong, en het produceren van monomeren en polymeren. Procestechnologie en scheidingstechnologie zijn van belang in het ontwerp van nieuwe energie- en grondstof-efficiënte processen, en procesintensificatie, bijvoorbeeld in energie-opslag en conversie, en waterzuivering. Voor een volledig begrip van een katalytisch proces is een multi-schaal aanpak nodig. Op atomaire schaal moeten we de reacties aan het oppervlak van een katalysator begrijpen, op iets grotere schaal de diffusie van producten en reactanten naar en van de actieve plaatsen, daarna de hydrodynamica en warmtestromen in de reactor, en uiteindelijk de integratie van het proces in een (petro)chemisch complex. Deze multi-schaal integrale aanpak met Katalyse en Procestechnologie als gelijkwaardige disciplines vindt steeds meer gevolg, zoals bijvoorbeeld in het MCEC-programma. Voor een goed begrip van de processen op atomaire schaal zijn nieuwe spectroscopische en tomografische imaging technieken nodig, terwijl ook de modelering van de processen op alle relevante lengte- en tijdschalen een integrerende aanpak behoeft. De belangrijkste bijdragen van Katalyse en Procestechnologie zijn gelieerd aan de onderstaande items:

- Energiebesparing. Veel processen, voornamelijk scheidingen, zijn nog ver verwijderd van het thermodynamische minimum van energiekosten. Het energiebesparingspotentieel in Nederland wordt geschat op 200 PJ.
- Introductie van duurzame energiebronnen in de procesindustrie. Het betreft hier de transitie van gas- en olie-gestookt naar elektrisch, het toepassen van warmtenetwerken en het inzetten van elektriciteit voor de productie van H₂ en CO₂ reductie.
- Verhoogde circulariteit van processen en producten. Belangrijk voorbeeld is hier de productie en recycling van plastics.
- Aangezien geen enkele product oneindig kan worden hergebruikt is er een influx nodig van grondstoffen. Hiervoor is er een transitie naar efficiënt gebruik van duurzame grondstoffen in de procesindustrie nodig. Dit vergt een majeure verandering van chemie, processen en wellicht producten.

Naast de chemie en raffinage gaat Katalyse en Procestechnologie een belangrijke rol spelen in de energiesector met nieuwe processen, met daarin katalytische omzettingen, voor de opslag van duurzame energie.

Een meerjarenprogramma rondom Katalyse en Procestechologie zou moeten bestaan uit:

- Ontwikkelen van de gereedschapskist om de bovenbeschreven uitdagingen aan te gaan. De bestaande gereedschapskist is niet toereikend hiervoor. Een voorbeeld is een methodiek voor het ontwerpen van duurzame processen. Andere voorbeelden zijn katalysatorontwikkeling gebaseerd op niet schaarse elementen en nieuwe (energie-efficiënte) scheidingsmethoden.
- Onderzoeksprogramma's op geselecteerde gebieden tussen industrie, TO2 en universiteit.

Onderwerpen:

Fundamenteel onderzoek in Katalyse, Kinetiek, Procestechologie, Scheidingstechnologie en meet- en detectietechnologie is noodzakelijk om de overgang naar een low-carbon economie te faciliteren.

- De ontwikkeling van nieuwe katalytische processen voor gebruik van biomassa als grondstof, en CO₂ en N₂ als grondstof, bijvoorbeeld met fotokatalyse. Groene routes naar volledig circulaire plastics. Carbon coupling reacties (CO, CO₂, CH₄, CH₃OH als grondstof).
 - Het gebruik van Biokatalyse voor maatschappelijke acceptatie, bijvoorbeeld voor het maken van medicijnen. Nieuwe fermentatietechnieken, enzymatische depolymerisatie, enzymatische drinkwaterzuivering.
 - Chemische ontvlechting van Polymeren. Energie-efficiënte scheidingstechnologie ter vervanging van destillatie, groenere solvents.
 - Meet- en regeltechniek voor in-situ process analytics en karakterisering van afvalstromen. Nieuwe imaging tools, microfluidics voor automated monitoring van productieprocessen.
 - Minimalisatie van transport en opslag van schadelijke intermediates door ontwikkeling van decentrale, kleinschalige processen voor lokale productie van bijvoorbeeld chloor of kunstmest (economy of numbers i.p.v. economy of scale), fabriek naar bron.
 - Integratie van katalysator- en procesontwerp in multi-scale approach. Ontwikkeling van batch- naar continue flow processen. Meerfasenstroom computational fluid dynamics.
6. *Ecosysteem*: Welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologie(ën) en onderschrijven dit MJP?
- Topsectoren Chemie, Energie, HTSM, Agro en Food, Water
 - CoI ISPT, MCEC, CBBC, TNO, DPI, CoI Katalyse
7. *Organiserend vermogen*: Welke organisatie treedt op als nationale penvoerder?
- **CoI Katalyse (NIOK/VIRAN) en CoI ISPT** kunnen als penvoerder optreden
8. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn*: Op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische Kennis- en Innovatieagenda's?
- Dit MJP draagt bij aan Circulaire Economie, Klimaat, en Landbouw, Water en Voedsel
9. *Kans op economische impact op korte en lange termijn*:
De overheid schetst het volgende beeld: voor de chemie een groei van 44 duizend banen naar 76 duizend banen en een omzetstijging naar 97 miljard euro (nu 50 miljard) in 2030. Deze groei moet worden gehaald door integratie en "operational excellence" en met nieuwe technologie die nu op TRL 6 en hoger zit. Voor na 2030 zijn nieuwe, nu nog veelal onbekende, technologieën nodig. De investeringen die volgens de [VNCI](#) nodig zijn voor een totale emissiereductie van ongeveer 90% in 2050 liggen rond de 63 miljard euro, waarvan 26 miljard euro voor investeringen in de (chemische industrie) en ongeveer 37 miljard euro in het energiesysteem.
10. *Krachtenbundeling*
- ISPT, NIOK/VIRAN, ECCM.
11. *Cross-over karakter*:
Innovaties vinden plaats op het grensvlak tussen Chemie, Agri&Food, HTSM, en Water. Aangezien Meet- en Detectietechnologie een belangrijke enabler is voor katalyse en voor procesintensificatie zal ook op het grensvlak met die sleuteltechnologie innovatie floreren. Maatschappelijke acceptatie en de invoering van nieuwe inzamelprocessen zullen hulp uit de gamma-hoek behoeven. De technische uitvoering wordt gedragen door de disciplines Katalyse en Procestechologie.

12. Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommitteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	10	5	5
<i>PPS toeslag</i>	3	1.5	1.5
<i>TO2 middelen</i>	2	0	2
<i>NWO</i>	2.5	0	2.5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>			
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>	1	0	1
<i>Departementale middelen</i>	2.5	0	2.5
<i>EU middelen</i>			
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag (in mln EUR per jr)	21	6.5	14.5