

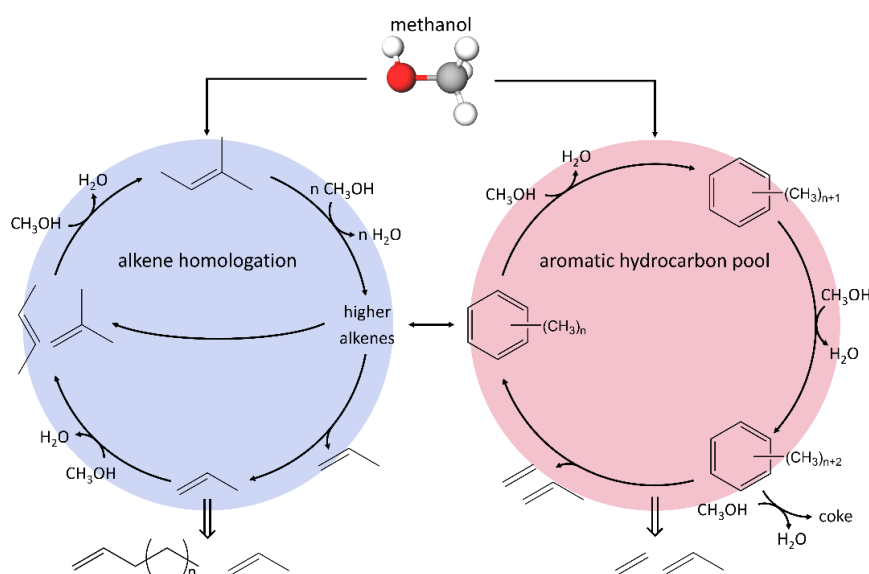
<b>Coach</b> Phebe Lemaire	<b>Supervisor(s)</b> prof. dr. An Verberckmoes prof. dr. Maarten Sabbe	<b>Funding</b> FWO 1SH5U24N
-------------------------------	--	--------------------------------

## Het effect van de katalysatoreigenschappen bij de omzetting van methanol-naar-olefinen met co-voeden

### Rechtvaardiging

Methanol is een belangrijk C1-platformmolecule en speelt een sleutelrol in de overgang naar duurzame chemische processen. Het kan namelijk uit een groot aantal grondstoffen geproduceerd worden, gaande van steenkool en aardgas tot biomassa, organisch afval en CO<sub>2</sub> [1]. Een van de meest succesvolle toepassingen is de omzetting van methanol-naar-koolwaterstoffen (*methanol-to-hydrocarbons*, MTH), en in het bijzonder methanol-naar-olefinen (*methanol-to-olefins*, MTO), een veelbelovend duurzaam alternatief voor de productie van lichte olefinen zoals ethyleen en propyleen [2-3]. Een belangrijk voordeel van het MTO-proces is dat de selectiviteit sterk beïnvloed kan worden door de katalysatoreigenschappen en reactiecondities [4, 5]. Ondanks het vele onderzoek naar dit proces en het feit dat het reeds industrieel wordt toegepast, blijft het sturen van de selectiviteit, het verbeteren van de katalysatorstabiliteit en het optimaliseren van het stabiele reactieregime een uitdaging. Om betere controle te krijgen over het reactiemechanisme, kunnen kleine hoeveelheden van andere componenten meegevoerd worden en kunnen nieuwe of gemodificeerde katalysatoren ontwikkeld worden.

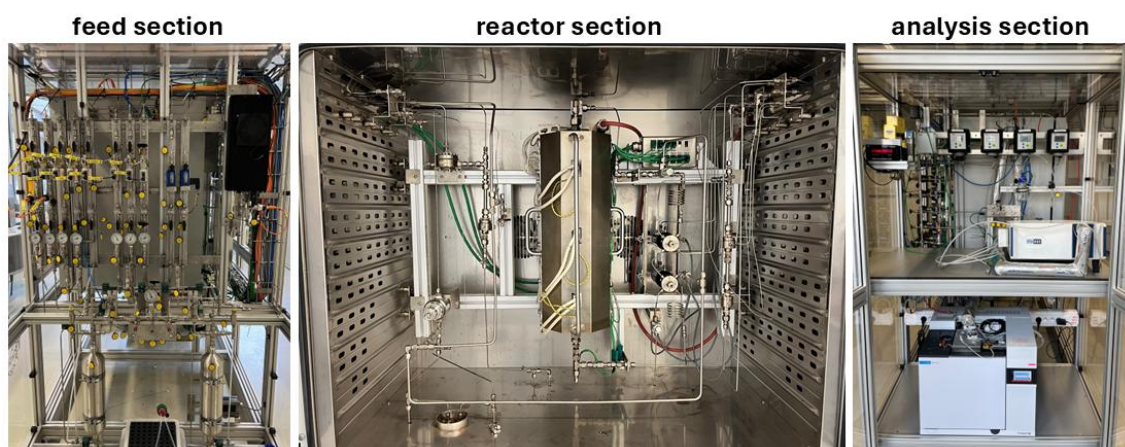
H-ZSM-5 is een van de meest gebruikte katalysatoren in MTO-toepassingen. Deze vertoont een betere stabiliteit in vergelijking met andere commerciële katalysatoren, maar een relatief lage selectiviteit naar lichte olefinen [6, 7]. Deze selectiviteit kan verbeterd worden door de zeoliettopologie te variëren, waarbij bepaalde kanaalstructuren de vorming van aromatische verbindingen kunnen onderdrukken [8]. Ook de morfologie van de zeolietkristallen speelt een rol, waarbij platelike morfologieën zowel de selectiviteit als de stabiliteit kunnen verbeteren [9, 10]. Daarnaast beïnvloeden ook de aard en de sterkte van de zure sites de werking van de katalysator. Het substitueren van aluminium door gallium kan bijvoorbeeld de sterkte van de Brønstedzuren sites temperen [11, 12]. Behalve de katalysatoreigenschappen kan ook de samenstelling van de voeding gebruikt worden om de reactie te sturen. Door een van de gevormde producten mee te voeden, kan het evenwicht tussen de aromatische koolwaterstofpoelcyclus en de alkeen homologatiecyclus beïnvloed worden (Figuur 1) [13].



Figuur 1: Dual-cycle mechanisme in het stabiele regime van MTO

## Doelstelling

Het doel van deze masterproef is om inzicht te verkrijgen in het effect van de katalysatoreigenschappen op de reactiecyclus in het MTO-proces met co-voeden. Er zal getracht worden de MTO-reactie te sturen in de richting van de alkeen homologatiecyclus om zo de selectiviteit naar lichte olefinen en de stabiliteit van de katalysator te bevorderen. Hiervoor zullen verschillende zeoliettopologieën (ZSM-5 en ZSM-23) en een platelike morfologie gesynthetiseerd worden, en zal de zuursterkte gevarieerd worden door deze zeolieten te doperen met gallium. De zelfgemaakte katalysatoren worden uitvoerig gekarakteriseerd (XRD, ICP-OES, N<sub>2</sub>-sorptie, NH<sub>3</sub>-TPD en SEM), en experimentele katalytische data worden bekomen met een fixed-bed reactor (Figuur 2). Daarnaast zullen kleine hoeveelheden alcoholen meegevoerd worden met methanol om de transitieperiode tot aan het stabiele regime te verkorten en de selectiviteit nog verder te sturen richting de lichte olefinen.



Figuur 2: De setup

## Referenties

- [1] He, J., et al., J. Energy Chem. 112, 778–803 (2026).
- [2] Cesarini, A., et al., Nat. Catal. 5, 605–614 (2022).
- [3] Lissens, M.-E., et al., Chem. Eng. J. 527, (2026).
- [4] Chen, W., et al., J. Am. Chem. Soc. 147, 24719–24733 (2025).
- [5] Fu, D., et al., Angew. Chem.-Int. Edit. 59, 20024–20030 (2020).
- [6] Lissens, M.-E., et al., Catal. Sci. Technol. 12, 855–868 (2022).
- [7] Lissens, M.-E., et al., Appl. Catal. A-Gen. 648, 9 (2022).
- [8] Wang, S., et al., Acs Catalysis 8, 5485–5505 (2018).
- [9] Lemaire, P., et al., ACS Eng. Au 5, 434–449 (2025).
- [10] Zhang, L.N., et al., Microporous Mesoporous Mat. 333, 13 (2022).
- [11] Lin, L.F., et al., Nat. Commun. 12, 9 (2021).
- [12] Zhang, L., et al., Chem. Eng. J. 458, 10 (2023).
- [13] Standl, S., et al., Chem. Eng. J. 402, (2020).