

35 HOE ONTWERPEN WE DUURZAME CHEMISCHE PRODUCTIEMETHODEN?

De chemie heeft een grote rol bij het zoeken naar oplossingen voor een centrale uitdaging in de 21^{ste} eeuw: meer en duurzame welvaart bewerkstelligen voor een groeiende en zich ontwikkelende wereldbevolking. Fundamenteel nieuwe chemische synthesesmethoden zullen complexere moleculen moeten maken met minder afvalproducten, en ons moeten helpen nieuwe energie- en grondstofbronnen aan te boren.

De twintigste eeuw kende vele doorbraken, niet het minst in de chemie. We leerden hoe moleculen eruit zien en werken, en hoe we ze kunnen omzetten in bijna elk gewenst eindproduct.

Het leidde in de loop van de jaren tot een rijkdom aan meststoffen, kunststoffen, farmaceutica en nieuwe materialen, en daarmee tot voldoende voedsel, gezondheid en welvaart. Maar het heeft nog niet geleid tot een duurzame, eerlijk verdeelde wereldeconomie die volledig voorbereid is op de toekomst.

Ondanks de enorme voortgang die is gemaakt, is de chemie in de kern tot nu toe relatief weinig veranderd. Een groot deel van de chemische productie is nog steeds afhankelijk van fossiele grondstoffen zoals aardolie. In kolven en tanks laten we stoffen



met elkaar reageren tot nieuwe verbindingen. Hoe ingewikkelder het eindproduct, hoe meer reacties er nodig zijn, elk met hun eigen afvalproducten. Bij de fabricage van veel farmaceutica ontstaan daardoor voor elke kilogram geneesmiddel honderden kilogrammen chemisch afvalproduct.

De raffinagesector is wel veel schoner (minder dan 0,01 gram afval per kilogram product), maar produceert desondanks afval omdat de omvang van de productie vele malen groter is.

Het zijn maar enkele aspecten van wat voor de mensheid de komende eeuw een centrale uitdaging zal zijn: nieuwe, hernieuwbare grondstoffen en duurzame productie-methoden vinden voor het genereren van voldoende voedsel, materialen en energie.

Voor een werkelijk CO₂-neutrale samenleving zal fundamenteel nieuwe kennis nodig zijn. Chemici moeten daarom op zoek naar grote doorbraken op het gebied van (bio)chemische en katalytische syntheseroutes, chemische proces- en nanotechnologie en combinaties daarvan.

Niet-fossiele grondstoffen

Om de hoeveelheid chemisch afval terug te brengen, zullen we efficiënte manieren moeten vinden om, net als in de natuur, restproducten die tijdens de synthese ontstaan te hergebruiken. Een alternatief kan zijn het ontwerpen van dermate selectieve syntheseroutes dat geen restproducten meer worden gevormd. Dit kan alleen maar gerealiseerd worden via slimme combinaties van nieuwe reactorconcepten en katalysematerialen.

Waar veel van de hedendaagse chemie is ontworpen om zuurstofatomen in te brengen bij zuurstofarme fossiele grondstoffen, zoals aardolie en aardgas, zal het in de toekomst steeds belangrijker worden om zuurstofatomen selectief te verwijderen uit plantaardige grondstoffen, die rijk zijn aan zuurstof. Biomassa, het product van de fotosynthese in groene planten, bestaat hoofdzakelijk uit koolhydraten. Echter om toepassingen te vinden als chemische bouwsteen moet uit deze koolhydraten op een selectieve manier zuurstof verwijderd worden. Dit vergt een grondige verandering in het arsenaal aan katalysatoren dat chemici de afgelopen decennia ontwikkeld hebben om fossiele grondstoffen nuttig te gebruiken.

Een grote en fascinerende uitdaging ligt in het ontwerpen van kunstmatige fotosynthese-systemen die zonlicht kunnen gebruiken om kooldioxide en water rechtstreeks om te zetten in methanol, ethanol en koolwaterstoffen. Zulke stoffen zouden direct kunnen worden toegepast, als brandstof of als chemische bouwstenen voor complexere moleculen en materialen. Dit alles vergt een substantiële verhoging van de katalytische rendementen en het actief aansturen van chemische processen op moleculaire schaal.

Chemici willen snel fundamenteel nieuwe kennis genereren op al deze terreinen, uit academische nieuwsgierigheid én vanuit de wens om, samen met de industrie, te werken aan oplossingen voor een urgente behoefte: een wereld waarin veel meer mensen, op duurzame wijze, kunnen profiteren van voldoende welvaart, voedsel, grondstoffen en energie.

