



# Biobased Platformchemicaliën

Kansen voor de kleinschalige productie van  
platformchemicaliën uit biomassa?

13 januari 2013



## SAMENVATTING

De maatschappelijke roep om het duurzaam omgaan met hulpbronnen en de rol van een biobased economy daarin heeft ertoe geleid dat in de chemie de laatste jaren veel aandacht is ontstaan voor de mogelijkheid om platformchemicaliën, die gebruikt kunnen worden voor bijvoorbeeld de synthese van polymeren, te maken op basis van biomassa in plaats van fossiele aardolie als grondstof. Hoewel de conclusies veel breder gelezen kunnen worden, wordt in dit rapport specifiek aandacht besteed aan een drietal platformchemicaliën die als monomeren kunnen dienen voor de fabricage van twee veel gevraagde kunststoffen als Nylon 6,6 en PET, namelijk adipinezuur, ethyleenglycol en tereftaalzuur.

Inderdaad blijken deze drie platformchemicaliën een voor de hand liggende keuze om uit biomassa als grondstoffen te maken, vooral ook omdat deze zuurstof bevattende reactieve groepen bevatten die vanuit biomassa, met name koolhydraten, gemakkelijk behouden kunnen blijven. Dit in tegenstelling tot de synthese vanuit aardoliebasischemicaliën, waar de zuurstoffunctionaliteit met robuuste chemie en veel energieverbruik ingebouwd dienen te worden.

Het blijkt principieel geen probleem te zijn de bewuste platformchemicaliën uit biomassa te synthetiseren (los van onvermijdelijke opschaalperikelen). Er zijn voor elk hiervan meerdere conversieroutes - chemo katalytisch, enzymatisch, microbieel - in de wetenschappelijke en patentliteratuur beschreven. Biobased ethyleenglycol en adipinezuur zijn, zij het op pilot-/demoschaal, al op de markt; biobased tereftaalzuur kan op labschaal gemaakt worden, maar is nog niet commercieel beschikbaar. Het valt op dat met name kleinere chemische bedrijven, veelal vanuit de USA, zich op dit gebied profileren. Volgens vele deskundigen kan de synthese van deze platformchemicaliën uit met name koolhydraten ook tegen kostprijzen plaatsvinden die vergelijkbaar zijn met die van hun fossiele tegenhangers, zelfs in aanmerking nemend dat de productie van deze laatste gedurende decennia zwaar geoptimaliseerd zijn en geïntegreerd zijn in een samenhangend palet van producten uit de petrochemische industrie. De verwachting is dat bij verdere stijging van de olieprijs biobased alternatieven al snel (5 - 10 jaar) prijsconcurrerend kunnen worden.

Voor wat betreft de kleinschalige productie van de onderzochte monomeren lijkt de productie van biobased adipinezuur, met name op basis van (goedkope) plantaardige olie (rest-) stromen, goed haalbaar. De productie van biobased ethyleenglycol is technologisch zeker haalbaar maar doordat tot nu toe geen andere routes beschreven zijn dan via het ethanol/ethyleen platform economisch afhankelijk van de schaalgrootte hiervan en dus minder geschikt voor kleinschalige productie. Kleinschalige productie via andere routes is nog niet beschreven. Kleinschalige productie van tereftaalzuur is in principe wel mogelijk maar staat nog te ver van commerciële implementatie. Hier dient nog veel onderzoek plaats te vinden, zowel t.a.v. uitgang grondstof alsook qua omzetting routes.

Uit de interviews bleken overigens voor diverse biobased platformchemicaliën nieuwe routes in ontwikkeling te zijn, echter veelal nog op fundamenteel onderzoeksniveau. Nadere informatie hierover is echter nog niet in het openbare domein te vinden is, waardoor deze ook in dit rapport niet meegenomen is. Desalniettemin is de verwachting dat de belangstelling vanuit de chemie dusdanig groot is dat in de komende 5 - 10 jaar doorbraken te verwachten zijn.

De grondstofvoorziening hoeft geen probleem te zijn. Op korte termijn zijn voldoende (fermenteerbare) koolhydraten als uitgangsmateriaal beschikbaar, ook tweede generatie biomassa als reststromen uit



de voedselindustrie (o.a. melasse, bagasse, uien- en aardappelreststromen). Op langere termijn, als ook tweede generatie koolhydraten uit (ligno-/hemi-)cellulose op industriële schaal gewonnen kunnen worden, kan ook grootschaligere productie van zuurstofrijke platformchemicaliën voldoende gevoed worden. Het wegnemen van prikkels om voor hoogwaardigere toepassingen geschikte biomassa vooral voor niet rendabele bio-energie productie in te zetten is dan wel van groot belang .

Een drop-in scenario, waarbij chemisch identieke platformchemicaliën zonder veel moeite in bestaande waardeketens in de chemische industrie ingepast kunnen worden ligt voor de hand. Zeker voor zuurstoffunctionaliteiten bevattende monomeren, die kosteneffectief gemaakt kunnen worden. Op termijn kan er echter wel een transitie plaatsvinden waarbij niet de uitgangsmoleculen centraal komen te staan maar de functionaliteit van polymeren. In dat (langere termijn) scenario wordt de selectiviteit voor monomeren en de synthese van polymeren overgelaten aan (micro-)organismen, die op basis van variatie van goedkope feedstock een palet aan polymeren kunnen maken met gewenste functionele eigenschappen.

De knelpunten voor een spoedige introductie van biobased platformchemicaliën zijn vooral niet technologisch van aard en hebben meer te maken met economische factoren als prijsstelling, marktvraag, regelgeving, investeringsklimaat en waardeketenontwikkeling.

Ten aanzien van de marktvraag blijkt de aanwezigheid van een "champion" zoals bijvoorbeeld Coca cola, die graag biobased PET wil hebben voor haar Plant Bottles, een grote invloed te hebben op de R&D en investeringsagenda's. Het stimuleren van de marktvraag door regelgeving, financiële prikkels of "biopREFERRED" regelingen lijkt daarmee een kritische succesfactor voor een succesvolle transitie te zijn.

Om biomassa, zoals agro-/foodreststromen in te kunnen zetten als grondstof is het nodig dat deze ook erkend worden als grondstof en niet als afval. Gebruikers van deze grondstoffen willen bijvoorbeeld ook niet graag als afvalverwerkers te boek staan en met bijbehorende belemmerende regelgeving geconfronteerd worden. Aanpassing van regelgeving aan deze nieuwe waardeketens is dus ook een kritische succesfactor.

Ter vergelijking: we noemen andere producten dan benzine uit aardolie toch ook geen afval terwijl het vanuit optiek van prijsstelling wel zo lijkt te worden gepositioneerd...

De introductie van nieuwe chemicaliën (en kunststoffen), of het nu op basis van fossiele of biomassa grondstoffen is, vergt een lange adem en is zeker bij de overgang van pilot naar productieschaal zeer kapitaalintensief. De beschikbaarheid van durfkapitaal voor deze overgang is dan ook zeker een kritische succesfactor. Stimulering van het beschikbaar maken hiervan, via garantieregelingen, revolving funds, investeringsfondsen, etc., is hierbij een gezamenlijk belang van overheid, industrie en financiële sector. Daarnaast is ook een (internationaal) consistent overheidsbeleid ten aanzien van de richting van een duurzame economy transitie van groot belang voor een goed en stabiel investeringsklimaat (level playing field) en daarmee een kritische succesfactor voor een geslaagde transitie naar een meer biobased chemie.

Bijzondere aandacht verdient ook de ontwikkeling van cross-sectorale waardeketens. De afstemming van de biomassa leverende agrofood sector op de vraag van de chemische industrie als afnemer verloopt moeizaam.

Dit heeft enerzijds te maken met de eigenschappen van biomassa, die qua variatie in beschikbaarheid, aard, kwaliteit, volume, koolstof en energiedichtheid, etc. nu eenmaal afwijken van de gebruikelijke bulk aardolie feedstock. Anderzijds heeft het ook te maken met de petrochemische



industrie die, vanwege verwevenheid met transportbrandstoffen producerende raffinaderijen, gewend is in centralistische modellen en economies of scale te denken. Een optimale biobased chemie supply chain zou er wel eens kleinschaliger en decentraler uit kunnen zien. Een kritische succesfactor is daarmee dat agro en chemie met een open geest dienen te kijken naar nieuwe concepten en organisatiemodellen voor deze nieuwe waardeketen. Eén denkmodel zou kunnen zijn het organiseren van regionale bioraffinaderijen ("hubs"), waar (regionale) biomassa stromen opgeslagen en verwerkt worden tot door de chemische industrie hanteerbare commodities als fermenteerbare koolhydraten, organische zuren, cellulosevezels, fijnchemicaliën, etc.. Zeker ook de agrosector dient hiervoor een gedragen visie te ontwikkelen, waarbij hun focus niet alleen de productie van "food en feed" betreft maar ook van "functionals".

Vanuit het oogpunt van business case overwegingen blijkt dat er nog niet echt een partij is opgestaan die het initiatief (bio-raffinage) in de breedte oppakt. De genoemde prijsstelling en de bulkhoeveelheden maakt een entree lastig. De meer haalbare cases lijken te ontstaan bij adipinezuur en de microbiële routes lijken wel potentie te hebben als de kennis/technologie doorbreekt. Voor nieuwe initiatieven die leiden tot alternatieve producten met een toegevoegde waarde is wel ruimte maar dergelijke trajecten starten meestal niet onder het begrip "bulk".

Onderzoek op internet, via een dertigtal LinkedIn fora toont weinig reactie van partijen waarvan we via andere kanalen weten dat men aan de onderhavige biobased platformchemicaliën werkt; dit zou erop kunnen wijzen dat men serieus kijkt en nu nog niet het achterste van de tong wil laten zien. Adipinezuur lijkt ook hier meer actief en Sebacic zuur (voor nylon 6,10) wordt ook genoemd.

De overgang van fossiele aardolie naar biomassa als grondstof voor platformchemicaliën is al gaande. Op dit moment is vooral van belang te onderzoeken hoe deze transitie versneld kan worden en welke faciliterende maatregelen hiervoor nodig zijn. Vanuit technologisch vlak zijn in bijlage 1 een aantal transitie versnellende onderzoeksvelden aangegeven. Elk van de stakeholders in de vaak genoemde driehoek van overheid, ondernemers en kennisinstellingen, heeft hier een eigen rol. Maar laten we vooral niet vergeten dat al deze ontwikkelingen wel op een vruchtbare voedingsbodem moeten landen. Draagvlak voor deze ontwikkeling vanuit de maatschappij, dus vanuit de consument als uiteindelijk betalende eindgebruiker, is van groot belang om ook de marktvraag naar biobased oplossingen op gang te krijgen. Een goede communicatie met deze maatschappij is dus van levensbelang voor een soepele transitie naar een duurzame, meer biobased economie en samenleving.