

Duitse start-up brengt nieuwe technologie voor verwerking biomassa naar Nederland

**INNOVATIE**

Erik te Roller

# Thermokatalytische reforming haalt het onderste uit de kan



De Duitse start-up Susteen Technologies GmbH brengt zijn thermokatalytische reforming-proces (TCR), een veredelde pyrolysetechnologie, naar Nederland. Met relatief kleine installaties kan hiermee op decentrale locaties diverse soorten biomassa worden omgezet in synthesegas, houtskool en olie van dieselkwaliteit, die vervolgens als brandstof, grondstof of anderszins kan worden gebruikt. Langs deze weg is het mogelijk meer dan 70 procent van de energie uit biomassa te benutten. "Het mooie van deze technologie is dat je er allerlei reststromen mee kunt verwerken tot verschillende producten naar keuze. 'Multi-input en multi-output', daar komt op neer", zegt Hennie Zirkzee, technisch directeur van Susteen Technologies.

Pyrolyse is op zichzelf niet nieuw. In Nederland en elders staan al installaties waarin snelle pyrolyse-processen (fast pyrolysis) plaatsvinden. Hierbij wordt biomassa in een reactor omgezet bij temperaturen van 500 graden Celsius of hoger, onder uitsluiting van zuurstof. Dan gaat de biomassa binnen enkele seconden over in een gas, dat bij afkoeling deels condenseert tot olie. Andere producten zijn niet-condenseerbare gassen als koolmonoxide en kooldioxide en verder biokool en water.

Het doel van deze snelle pyrolyse is om zoveel mogelijk olie uit de biomassa te verkrijgen. Vaak ontstaat hierbij ook teer, zodat een installatie regelmatig schoongemaakt moet worden, wat extra kosten met zich meebrengt. Ook bevat de olie organische zuren, waardoor het zuurgetal van de olie kan variëren van 50 tot 100. Het zuurgetal is een maat voor de hoeveelheid loog die nodig is om de

zuren te neutraliseren. Daarom kan deze olie alleen gebruikt worden in installaties met dure materialen die zuurbestendig zijn. Zo'n 60 procent van de opbrengst van snelle pyrolyse bestaat uit olie, met een verbrandingswaarde van circa 20 megajoule per kilogram, ruwweg de helft

**'Zoveel mogelijk waarde halen uit biomassa'**

van de verbrandingswaarde van diesel. Verder bevat deze olie nog zo'n 10 procent water.

Zirkzee legt uit: "Je kunt de bio-olie van snelle pyrolyse opwaarderen door deze katalytisch na te behandelen. Daar

wordt wereldwijd onderzoek naar gedaan. Nadeel is dat je de katalysator vervolgens weer op een of andere manier uit de productstroom moet zien af te scheiden en regenereren, waardoor de operationele kosten oplopen." Naast snelle pyrolyse bestaat er ook langzame pyrolyse (slow pyrolysis). De Duitse firma Pyreg levert installaties die biomassa grotendeels omzetten in 'plantenkool'. De gemiddelde verblijftijd van de biomassa in de reactor varieert van enkele minuten tot enkele uren. Dit levert kool op die geschikt is als bodemverbeteraar, als filtermateriaal vergelijkbaar met actieve kool en als brandstof om warmte en elektriciteit mee op te wekken.

**Thermokatalytische reforming**

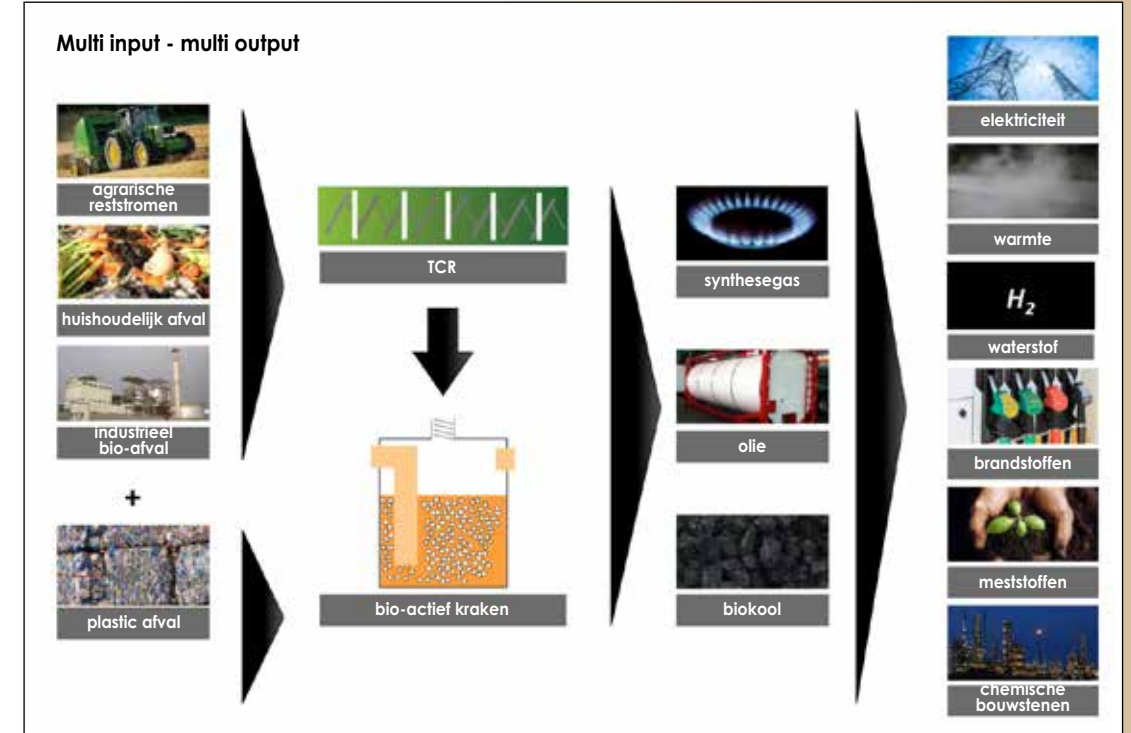
De nieuwste vorm van pyrolyse is thermokatalytische reforming. Hieraan heeft professor Andreas Hornung, directeur van Fraunhofer Umsicht, met vestigingen in Oberhausen en Sulzbach-Rosenberg, zeventien jaar gewerkt. Voorgedroogde biomassa met 70 tot 90 procent aan droge stof, die gecompacteerd is, gaat de TCR-reactor in, waarin een draaiende schroef de biomassa verplaatst. Gelijktijdig wordt de biomassa bij temperaturen van 400 tot 500 graden Celsius onder uitsluiting van zuurstof omgezet in biokool (biochar) en vluchtige organische bestanddelen, die worden opgevangen.

De gemiddelde verblijftijd van de massa in de reactor is vijf à tien minuten. De schroef is dusdanig ontworpen dat er koolstof met een katalytische activiteit uit de reactor komt. Vervolgens gaat de katalytisch actieve kool en het gevormde synthesegas het tweede gedeelte van de TCR-reactor in, de zogeheten post

reformer, waarin de katalytisch actieve kool een bed van vaste stof vormt. Bovenin wordt continu kool aangevoerd en onderin continu kool afgevoerd. Bij temperaturen van 600 tot 750 graden laat men de eerder opgevangen vluchtige organische verbindingen door het bed van katalytisch actieve kool stromen, waarbij deze gekraakt worden tot verbindingen met kortere ketens. Door de reactie van koolstof met waterdamp vormt zich extra synthesegas, dat dankzij de hoge temperatuur voor ongeveer de helft uit waterstof bestaat (evenwichtsreactie). De waterstof reduceert de zuurstofhoudende organische verbindingen, zodat olieproducten overblijven met een resterend zuurstofgehalte van 7 à 9 procent, die daardoor een relatief hoge verbrandingswarmte hebben. Ook zorgt het waterstof ervoor dat zure componenten verdwijnen. Bij afkoeling van de gassen uit de TCR-reactor condenseren water en olie.

**Olie voldoet aan de norm**

Al met al levert thermokatalytische reforming olie op met een verbrandingswarmte van 33 tot 40 megajoule per kilogram, bijna zo hoog als de verbrandingswarmte van 42 à 43 megajoule per kilogram diesel, en met een zuurgetal van circa 3. De bio-oliën worden op kleine schaal met standaard hydrotreatment-processen gehydrogeneerd tot zogenoemde HDO-oliën. Deze oliën voldoen op bijna alle parameters aan de EN 590-norm voor diesel



en de gasoline spec (EN 228). De oliën zijn destilleerbaar en leveren daarbij fracties op die geschikt zijn voor verbrandingsmotoren, ketelinstallaties en energiecentrales. Duitse autobouwers onderzoeken momenteel in hoeverre deze oliefracties perspectief bieden als biobrandstof voor grootchalig gebruik. Daarnaast levert dit proces synthesegas op, dat behalve waterstof, koolmonoxide en kooldioxide ook methaan en andere

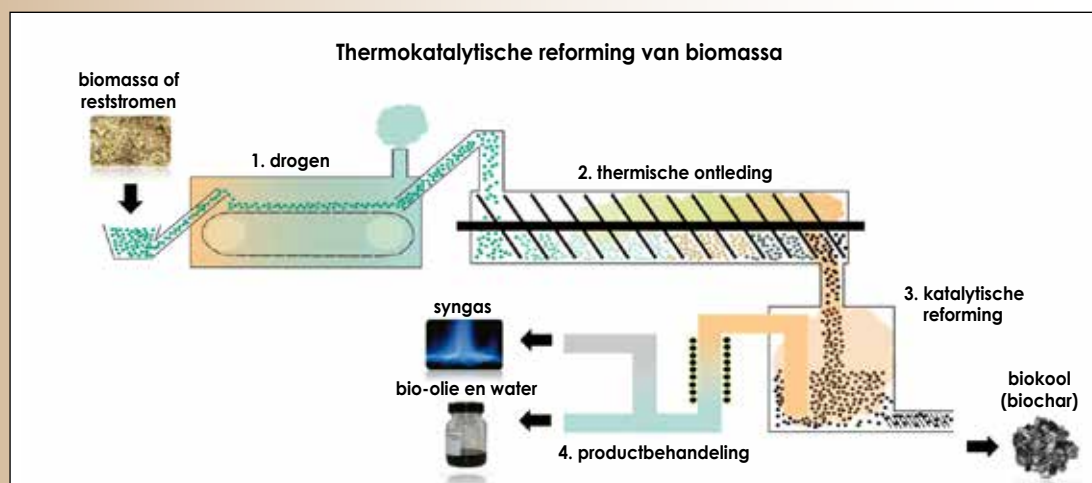
alkaanverbindingen bevat. Het is mogelijk de procesparameters zo te kiezen dat het synthesegas voor meer dan de helft uit waterstof bestaat. Dit gas is vrij van teer, stof en aerosolen en gaat voor een deel naar de branders die de TCR-reactor verhitten. Ten slotte levert het proces ook biokool op, dat vrijwel geen organische componenten meer bevat en qua porositeit te vergelijken is met actieve kool. Bij een bepaalde voeding van de TCR kan de verbrandingswarmte van deze biokool vergelijkbaar zijn met die van antracietkolen. Volgens Zirkzee is een grote Duitse partij in deze 'bio-antraciet' geïnteresseerd. In 2014 heeft Fraunhofer Umsicht de spin-off Susteen Technologies opricht om deze technologie in de markt te zetten. Het jonge bedrijf krijgt begeleiding van Fraunhofer Ventures, dat in totaal ongeveer 200 spin-offs onder zijn hoede heeft. Het bedrijf telt slechts vier mensen, maar kan bij de verdere ontwikkeling en opschaling rekenen op ondersteuning van Fraunhofer Umsicht in Sulzbach-Rosenberg.

**Verschiede reactoren**

Susteen werkt aan het ontwikkelen en commercialiseren van TCR-systemen van verschillende capaciteiten, legt Zirkzee uit.

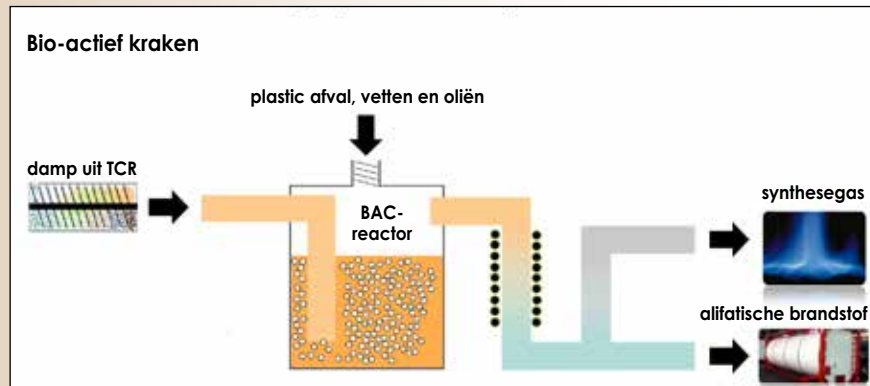


Proefopstelling van een TCR-installatie



## INNOVATIE

# Thermokatalytische reforming haalt het onderste uit de kan



"De TCR 30 is een kleine installatie voor het verwerken van maximaal 30 kilogram biomassa per uur. Zo'n kleine installatie is bijvoorbeeld geschikt voor boeren die groene stroom willen opwekken. Je kunt er allerlei energiehoudende reststromen mee verwerken. Inmiddels heeft zo'n TCR 30 al twee jaar zonder problemen 3.000 uur gedraaid."

Daarnaast is er de TCR 300, geschikt voor 300 kilogram biomassa per uur. Het ontwerp en de engineering van deze installatie, die in een container op een skid zal passen, is klaar. Deze wordt nu gebouwd. Eind 2016 zal de eerste installatie ergens in Duitsland rioolslib gaan verwerken. Ten slotte is Susteen van plan om in 2018 een TCR 3000 op de markt te brengen, die 3.000 kilo biomassa per uur kan verwerken. Een grotere installatie zal er voorlopig niet komen. "Als er meer capaciteit nodig is, zetten we er een aantal parallel. Dit heeft als voordeel, dat je er af en toe eentje kunt stilzetten voor onderhoud zonder dat het proces stilvalt en dat je gelijktijdig aan de ene installatie een andere voeding kunt toedienen dan aan de andere installatie."

Bij biomassa valt te denken aan agrarische reststromen, huishoudelijk afval, papierresten, dierlijke mest, digestaat van vergisters, dierlijke oliën en vetten en plastic afval. Er zijn inmiddels tachtig soorten voedingsstromen met goed gevolg getest.

Een TCR kan nog uitgebreid worden met een add-on: een zogenoemde bio-activated cracking-reactor. De invoer bestaat uit de hete damp uit de TCR en plastic afval, oliën of vetten. Dit levert synthesegas en alifatische oliën op.

## Bouwstenen

De TCR levert kortom syngas, olie en biokool waar weer allerlei producten van kunnen worden gemaakt. Zirkzee: "De

uitdaging is om per klant te zoeken naar de beste business case: één die zodanig winstgevend is dat de bank er geld voor wil lenen en waar Susteen ook nog wat aan overhoudt. Het inzetten van een TCR kan heel aantrekkelijk zijn voor partijen die een gate fee van 20 tot 100 euro per ton moeten betalen voor het laten verwerken van hun reststromen. In Italië is bijvoorbeeld een fabrikant van autostoe-len die veel afval overhoudt dat verwerkt moet worden. Dat kost veel geld. Een TCR bespaart niet alleen de gate fee, maar levert ook gas, olie en biokool op, waarmee het bedrijf grotendeels in de eigen energiebehoefte kan voorzien."

*'Een TCR bespaart niet alleen de gate fee, maar levert ook gas, olie en biokool op'*

In Nederland is het bedrijf bezig om met potentiële klanten haalbaarheidsstudies op te zetten. "Een voorbeeld is het eiland Terschelling dat zelfvoorzienend wil worden. Het ter plekke verwerken van biomassa levert elektriciteit, warmte en olie op. De olie kan eventueel als brandstof dienen voor de veerboten. Ook is het mogelijk plastic afval te verwerken, dat dan dus niet meer naar het vasteland vervoerd hoeft te worden."

Een TCR kan bijvoorbeeld ook 500 kilo digestaat en 500 kilo compost per uur te verwerken. Dit levert eveneens warmte, elektriciteit en biokool op. Die biokool

kan eventueel gebruikt worden als brandstof om het hele proces te verwarmen. De gate fee voor digestaat is 10 euro per ton, weet Zirkzee: "Als je het digestaat niet laat verwerken of storten, maar het in een TCR verwerkt, levert dit 120 megajoule aan energie per ton op en betaal je geen gate fee. Voor een klant in Italië hebben we uitgerekend, dat deze bij het verwerken van biomassa aangevuld met dierlijk vet geen gate fee meer betaalt en flink bespaart op de gas- en elektriciteitsrekening. Een gasegestookte installatie levert bovendien groene stroom, waarvoor de klant 20 tot 25 cent per kilowattuur aan subsidie krijgt. Dat levert een rendement van 12 tot 13 procent op geïnvesteerd kapitaal op."

## Lignine

Een TCR biedt ook mogelijkheden als aanvulling op een bioethanol-fabriek. Normaal levert de omzetting van biomassa, zoals hout, bladeren en stengels, suikers op, die met behulp van fermentatie worden omzet in ethanol. Daarnaast komt lignine vrij, dat volgens Zirkzee een perfecte voeding voor een TCR vormt. Voor de Rotterdamse haven is een project in de maak voor de bouw van een ethanol-fabriek in combinatie met TCR-technologie. Het idee is om met een licentie een tweedegeneratie ethanol-fabriek te bouwen. Normaal levert zo'n fabriek een rendement op van circa 10 procent op het geïnvesteerde vermogen. "Met een TCR 3000 erbij kan het rendement oplopen tot 20 procent", aldus Zirkzee, die samen met anderen het Havenbedrijf Rotterdam, de gemeente Rotterdam en financiële partijen voor dit plan probeert te interesseren. Een besluit over een dergelijke investering zal naar verwachting aan het eind van het jaar genomen worden.

Vaak wordt gesteld dat het zonde is om biomassa alleen voor het opwekken van energie te gebruiken. Dat het beter is om eerst met cascaderen de meest waardevolle componenten uit biomassa te halen. Gebeurt dat in voldoende mate bij thermokatalytische reforming? Zirkzee: "Jazeker, wij halen er waardevolle componenten uit, die vervolgens weer voor verschillende doeleinden kunnen worden ingezet, waaronder de productie van chemicaliën. Het gaat erom dat je uit biomassa zoveel mogelijk waarde haalt." ■