

ZWEDEN: WALHALLA VAN DE HOUTRAFFINAGE

CREATIEF MET HOUT

In Zweden verandert hout niet alleen in Ikeameubels, papier en hardblokken, ook textiel, visvoer, cementverbeteraar, luiers, bio-ethanol en andere chemicaliën zijn te maken uit naaldhout. Dat bewijst de moderne houtraffinaderij in Örnsköldsvik. Het Zweedse bedrijvencluster is een koploper in *biobased economy*.

Tekst: Marga van Zundert





Ik was erg nieuwsgierig. Een houtraffinerij omringd door chemische bedrijven en onderzoeksinstellingen, die samen nieuwe producten ontwikkelen en daarmee geld verdienen." Klaas van der Vlist, innovatiemanager bij verpakkingmultinational Smurfit Kappa, twijfelde niet toen hij de kans kreeg om het bio-based fenomeen met eigen ogen te zien. Hij reisde mee naar Zweden met een excursie van het Dutch Bio-refinery Cluster. "Het is een fantastische verknoping van bedrijven, researchorganisaties en een soort coördinerend ingenieursbureau. Ze verdienen geen goud geld, maar kunnen hun broek prima ophouden." Het geheim? "Ik denk een lange adem. Ze hebben een stip op de horizon gezet en blijven volharden. Wellicht een kwestie van cultuur." De standvastigheid vloeit misschien ook voort uit een bijzondere geschiedenis. Tijdens de Tweede Wereldoorlog was aardolie schaars en onbetaalbaar. Het maakte ingenieurs en chemici creatief met de grondstof die wel voor handen was: hout. Bedrijven die voorheen papier en karton produceerden, maakten al snel ook oplosmiddelen, kunststoffen en zelfs de insectenverdelger DDT. Allemaal op basis van naaldhout uit de eigen bossen. *Bio-based economy* avant la lettre. Na de oorlog kwam de toevoer van goedkope olie snel op gang en verdween de innovatieve houtchemie als curiositeit in de geschiedenisboeken. Maar niet voor eeuwig: Zweden ziet hout opnieuw als universele grondstof, nu vanwege de duurzaamheid én economische redenen. Het Scandinavische hout is immers hernieuwbaar, volop aanwezig, concurreert niet met voedselproductie en vermindert de CO₂-uitstoot.

Zeer 2015

In het Midden-Zweedse Örnsköldsvik maakte de traditionele pulpfabriek daarom rond de eeuwwisseling weer plaats voor een bioraffinerij. De oude kennis is een schatkamertje, maar wordt aangevuld met 75 jaar extra kennis in chemie en procestechologie. Ook de organisatie is zeer 2015. Grote en kleine bedrijven en onderzoeksinstellingen werken strategisch sa-

LIVA Collectie 2014 van het kledingmerk AND, gemaakt van Birla Cellulose.



Een belangrijk deel van de Zweedse bussen rijdt op ED95, een dieselvrijvervanger op basis van bio-ethanol.



men, vaak via open innovatie. Het gezamenlijk doel is helder: hout omzetten in een reeks (hoogwaardige) producten en chemicaliën. "Wereldwijd is er een wedloop aan de gang in technologieën om biomassa uiteen te rafelen in bruikbare grondstoffen voor de industrie", vertelt reisgenoot Karin Weustink, plaatsvervangend directeur Bio-based Economy bij het ministerie van Economische Zaken. "Scandinavië is top als het gaat om hout. De ontwikkelingen gaan snel. Drie jaar geleden dachten we dat het over tien tot vijftien jaar tijd was om hier serieus op in te haken, nu schat ik dat in op vijf tot acht jaar." Nederland mag zelf maar een zeer bescheiden houtproducent zijn, via de havens is ons land een grote importeur. Het be-

zoek was voor Weustink daarom ook een verkenning van een mogelijke strategische, internationale partner. Ondanks de koploperspositie in houtraffinage is de overheid in Zweden minder actief betrokken bij het stimuleren van de biobased economy dan in Nederland. Weustink: "Er is geen topconsortium of onderzoekagenda zoals in Nederland, waarbij de chemie, de energiesector en agrofood nauw betrokken zijn. Zaken zijn veel meer op lokaal niveau georganiseerd. Wat dat betreft waren zij weer erg geïnteresseerd in onze aanpak." Reinier Gerrits, speerpuntmanager Energie en Klimaat bij de VNCI, vond het inspirerend om met eigen ogen te zien hoe in Zweden een aantal processen al plaatsvinden in een



Visvoer via schimmels gemaakt uit hout kan tweederde van het gebruikelijke vismeelvoeder vervangen.

biogebaseerd cluster. “Processen die een belangrijk onderdeel vormen van het realiseren van de ambities van de *Routekaart Chemie* in Nederland.”

Wie het bioraffinaderijcluster in Örnköldsvik wil bezoeken, rijdt vanuit Stockholm vijf uur stug door in noordelijke richting. Al die tijd bestaat het uitzicht uit naaldbossen. Het hart van de raffinaderij, Domsjö Fabriker, staat op de plek waar in 1903 een papiermolen op basis van hout verrees. Nu rollen per dag 15.000 bomen de fabriek in (1,6 miljoen kubieke meter hout per jaar). Als eerste wordt de bast verwijderd en verbrand samen met takken en zaagafval. De stam gaat door een versnipperaar, waarna het hout wordt gekookt met toevoeging van enzymen en chemicaliën. Lignine en hemicellulose lossen op. De achterblijvende cellulose wordt gewassen, gebleekt en gedroogd. Hemicellulose en lignine worden ook gescheiden, waarna de hemicellulose via fermentatie wordt omgezet in bio-ethanol. Het hele proces van stam tot product kost zo'n veertig uur.

Upgrade

De Domsjö-raffinaderij benut hout anders dan een traditionele pulpfabriek voor papier. De verkregen cellulose is zuiverder; ze bevat geen hemicellulose meer. Hemicellulose en lignine verlaten als aparte stromen de fabriek. De 'upgrade' in producten kost wel meer energie en chemie. Cellulose is overigens nog steeds het meest waardevolle product van Domsjö. Het levert ruim tweemaal meer op dan bio-ethanol of lignine (zie tabel).

Een groot deel van de cellulose wordt omgezet in viscosevezels,

'synthetisch' katoen. Moederbedrijf Aditya Birla brengt het materiaal op de markt als Birla Cellulose en heeft een wereldwijd marktaandeel van 22 procent. De viscose is een duurzaam alternatief voor Aziatisch katoen. De gangbare teelt vraagt daar namelijk veel water, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. De Zweedse cellulose zit ook in luiers, vaatdoekjes en worstvellen. De hemicellulose uit Domsjö Fabriker verlaat Örnköldsvik vooral als bio-ethanol. De ethanolproductie op de site is in handen van het bedrijf Sekab. Fermentatie van reststromen van de papier- en pulpindustrie levert al sinds 1909 bio-ethanol. Door de houtraffinaderij is de productie toegenomen. Sekab ontwikkelde ook een proces om hele houtsnippers efficiënt om te zetten in bio-ethanol. Het gaat om een combinatie van enzymatische hydrolyse en vergisting. De demonstratiefabriek voor dit CelluAPP-proces

HOUT RAFFINEREN

CELLULOSE* (40-50%):

Hoofdbestanddeel van hout en het meest voorkomende biopolymeer ter wereld. Het is een koolhydraat, een aaneenschakeling van glucosemoleculen, maar niet of moeilijk verteerbaar voor de meeste dieren en micro-organismen.

Producten op basis van raffinage: hoogwaardig papier en karton, viscose, luiers, vaatdoekjes, worstvellen.

HEMICELLULOSE* (15-30%):

Polysacharide opgebouwd uit een mix van suikers, met xylose als meest voorkomende. In tegenstelling tot cellulose niet kristallijn, vertakt, makkelijk oplosbaar en afbreekbaar. De stof heeft net als cellulose geen voedingswaarde.

Producten op basis van raffinage: bio-ethanol, visvoer.

LIGNINE (CA. 20%):

Een chaotisch netwerk van onderling verknoopte aromaten. De basiseenheden zijn fenolen: sinapyl-, conferyl- en coumarylcohol. Ze worden gevormd uit het aminozuur fenylalanine. De stof is bijzonder moeilijk te hanteren en te bewerken, want lost nauwelijks op en het opbreken van verbindingen resulteert meestal in de spontane vorming van nieuwe bindingen elders.

Producten op basis van raffinage: dispergeermiddelen en emulgatoren, fenolvervangers in harsen, vanille, energie.

BAST, HARS, TAKSNIPPERS, ZAAGAFVAL (CA. 5 %):

Weinig bruikbaar, maar brandbaar.

Producten: stoom, energie.

** In het traditionele pulpproces worden cellulose en hemicellulose niet gescheiden.*

NAALDBOMEN EN NOG EENS NAALDBOMEN

Zweden is al meer dan een eeuw een grootleverancier van duurzaam geproduceerd hout. Sinds 1903 schrijft de wet herplanting van bos voor na kap, en sinds 1926 is de hoeveelheid bos ondanks de houtproductie alleen maar toegenomen. Jaarlijks groeit het volume met 120 miljoen kuub, terwijl 80 à 90 miljoen wordt gekapt. Het hout dient als energiebron, wordt benut voor bouw en meubels, maar vooral voor papier en karton.

De productiebossen dragen het FSC-keurmerk (Forest Stewardship Council) en/of het PEFC-keurmerk (Programme for the Endorsement of Forest Certification). Beide zijn voor de Europese Unie een erkend bewijs van duurzaam bosbeheer.

De houtindustrie is goed voor zo'n 10 procent van de Zweedse economie. Het land bezit minder dan 1 procent van 's werelds commerciële bossen, maar zorgt voor ongeveer 10 procent van alle papier- en pulpproductie. 90 procent van het geproduceerde papier en pulp wordt geëxporteerd. De helft van de Zweedse bossen is privébezit. Een kwart is in handen van houtbedrijven. De staat bezit zo'n 15 procent, het merendeel via (staats)bedrijven.

HOUTRAFFINAGE IN EURO'S

Product	Waarde in euro/MWh*
Cellulose	174,30
Bio-ethanol (op basis van hemicellulose)	92,10
Lignine	84,80
Hout	22,80
Bast/zaagafval	14,70

* Waarde op basis van energie-inhoud



Het hart van de raffinaderij, Domsjö Fabriek, staat op de plek waar in 1903 een papiermolen verrees.

draait sinds 2004 en produceert 15 miljoen liter bio-ethanol per jaar. De fabriek kan ook draaien op stro, bagasse (afval van suikerriet) of mais. En naast ethanol produceert Sekab ook de oplosmiddelen ethylacetaat en acetaldehyde. Een belangrijk deel van de Zweedse bussen en ook steeds meer Zweedse auto's rijden op ED95, een dieselvervanger op basis van de bio-ethanol. Nieuwe vergezichten bij Sekab zijn een industriële bio-ethanolinstallatie en

een proeffabriek voor omzetting van hout in propyleenglycol in plaats van ethanol. Propyleenglycol is een van de uitgangsstoffen voor kunststoffen als polyester en polyurethaan.

Walhalla

Binnen het cluster is onderzoeksinstelling Processum het kloppend hart. Het instituut doet onderzoek samen met of in opdracht van de verschillende bedrijven. Het grote aantal onderzoeksinstellingen

maakt Örnköldsvik tot een walhalla voor biobased wetenschap. Algenkweekbassins, vergassingsinstallaties, pyrolyseapparatuur, membraanfiltratie-units, versnipperaars, spin- en pelletiseermachines, allereerste bioreactoren en analyseapparatuur, alles is voorhanden. Binnenkort opent ook een pilotfabriek voor nanocellulose, een lichtgewicht, supersterke cellulosevezel. De vezel wordt een grote toekomst voorspeld, mits die eenvoudig en goedkoop te produceren is. Een verrassend project is het visvoeronderzoek van MoRe Research. Enzymen kunnen hemicellulose omzetten in hapklare koolhydraten voor schimmels. MoRe liet schimmelculturen uitgroeien tot dikke 'koeken'. Die werden gemaald, gedroogd en als eiwitrijke biomassa aan tilapia gevoerd. De schimmelkoek kan tweederde van het gebruikelijke vismeelvoeder vervangen. In stilte werken chemici er ook aan nieuwe producten op basis van lignine. Nu zijn de opties verbranden of gebruik als dispergeermiddel in bijvoorbeeld cement, terwijl deze houtfractie in theorie waardevolle aromaten zou kunnen leveren. Van der Vlist was erg geïnteresseerd: "Maar daarin ben ik niet veel wijzer geworden, te vertrouwelijk." "Je merkt dat het concept van de biobased economie echt geland is in Zweden", zegt deelnemer Gerrit Jan Koopman, directeur van de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken (VNP). Dat ze daar veel uit hout kunnen halen, wist hij: "Visvoer, vanille, textiel, worstvellen, dat verraste mij niet. Maar ik was wel onder de indruk van het precieze inzicht dat ze hebben in de economische waarde van hun producten." ■

HOUT VERSUS FOSSIEL

T-shirts, visvoer en 'diesel' uit duurzaam Zweeds hout. Mooi, maar verdienen je er ook aan? Kan biobased concurreren met fossiel?

Viscose, het belangrijkste product uit de Zweedse houtraffinage, concurreert niet direct met olie. Grootste concurrent is namelijk Aziatisch katoen. Hoewel een lage olieprijs zeker kleding van polyester stimuleert, blijven veel mensen bij voorkeur natuurvezels dragen.

Bio-ethanol wordt in Örnköldsvik voornamelijk gewonnen door fermentatie van hemicellulose, een reststroom. Competitie bestaat vooral uit ethanol op basis van biet- of rietsuiker of zetmeel (mais, tarwe, tapioca). Fossiel ethanol is geen concurrent, 90 procent van de wereldethanolproductie is biobased. Bio-ethanol als autobrandstof heeft wel fossiele concurrentie: benzine of diesel. Daar delft bio-ethanol momenteel het onderspit, ook omdat de verbrandingswaarde slechts 65 procent van die van benzine is.

Visvoer uit hout heeft geen fossiele tegenhanger. De concurrentie bestaat uit vismeel: gemalen en gedroogde vis uit de oceanen. Volgens MoRe Research kan hout daar al prima mee concurreren. De prijzen van vismeel stijgen door bevolkingsgroei en overbevissing.

Chemicaliën uit hout of bio-ethanol maakt de Zweedse houtraffinaderij nog niet. Momenteel is het perspectief dat ze nog niet op prijs kunnen concurreren.

De olieraffinaderij is zeker geen een-op-een-concurrent van de houtraffinaderij. Voor beide geldt dat de optelsom van alle producten de investering rendabel moet maken. Waarbij de 'truc' juist vaak zit in het slim verwaarden van reststromen. Het cluster rondom de Domsjö-raffinaderij bewijst al jaren dat houtraffinage bestaansrecht heeft. En het vertrouwen leeft dat hout, dankzij innovaties, de competitie met olie steeds meer zal en kan aangaan.