



Dialogplattform «Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie»

Kurzbericht

2. Workshop zum Thema «Antriebskräfte und wichtige Voraussetzungen für die Entwicklung einer holzbasierten Bioraffinerie in der Schweiz»

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, 5.2.2016

Veranstalter: NFP 66

Autor: Pieter Poldervaart

Redaktionsschluss Protokoll: 17.3.2016

Bioraffinerie in der Schweiz? – Kostenfrage bleibt Knackpunkt

Technisch besteht ein Potenzial für Bioraffinerien in der Schweiz. Doch der volatile Ölpreis macht deutlich, dass Produkte auf Holzbasis zu Marktpreisen kaum konkurrenzfähig sind. Im Bereich Energie haben Biomasse-Derivate wie etwa Syngas immerhin den Vorteil, dass ihr Absatz gesichert und ihre Qualität bereits standardisiert ist. Chemische Verbindungen, die auf Biomasse basieren, könnten dann Erfolgchancen haben, wenn sie nicht petrochemische Massengüter ersetzen, sondern in Produktgruppen wie Kosmetika, Pharmazeutika und Lebensmittel punktuell als biobasierte Alternativen zum Einsatz kommen. Die Nähe zum Endverbraucher würde es hier erleichtern, einen Aufschlag für den erneuerbaren Rohstoff zu realisieren.

Nach einem ersten Positionsbezug am 1. Workshop vom 10.12.2015 diente der 2. Workshop dazu, detaillierter zu beleuchten, wo die Forschungsgemeinde in der Schweiz, europa- und weltweit punkto Errichtung von Bioraffinerien steht. Dabei ging es auch darum zu klären, wie sich die Schweiz von anderen potenziellen Standortregionen unterscheidet und welche Faktoren für ein kommerzielles Unternehmen den Ausschlag geben, sich für einen bestimmten Land zu entscheiden, um eine Bioraffinerie zu etablieren.

Eine Auslegeordnung, wo zwar nicht die Schweiz, aber Europa im globalen Wettbewerb bei der Umsetzung von Bioraffinerien steht, gab **Luca Bertuccioli von der auf nachhaltige Energie spezialisierten Beratungsfirma E4tech**. Sein Unternehmen hat ein detailliertes Verzeichnis mit inzwischen 250 Firmen erstellt, die im Bereich Bioraffinerie aktiv sind. Vollständigkeit sei zwar nicht möglich, aber die wichtigsten Player seien erfasst, so Bertuccioli. Neben dem Firmennamen sind im Verzeichnis die Art des Prozesses – insgesamt 94 Varianten – Reifegrad der Technologie, benutzte Verfahren sowie Menge und Art der eingesetzten Rohstoffe und schliesslich Menge und Art der Produkte aufgeführt. Auffällig ist,

dass es zahlreiche Forschungs- und Pilotanlagen, aber nur vereinzelte kommerzielle Produktionen gibt. Bei den Demonstrationsanlagen, die bezüglich der produzierten Mengen zwischen Pilotanlagen und kommerziellen Produktionen liegen, klafft aber eine Lücke, was nach Ansicht des Referenten vor allem an Finanzierungsproblemen liegt. Bei der Vorbehandlung der Rohstoffe fällt die teils ungenügende Auftrennung von Zellulose und Lignin auf; erschwerend kommen der hohe Chemie- und Energieverbrauch sowie die zwar fallenden, aber immer noch beträchtlichen Kosten für Enzyme dazu.

Eine Betrachtung des globalen Markts zeigt, dass aktuell Bioethanol das mit Abstand wichtigste Bioraffinerieprodukt ist. Dahinter folgen mit deutlich kleineren Volumina N-Butanol sowie Essig- und Milchsäure, während sonstige Derivate aus Bioraffinerien nur in geringen Mengen anfallen. «Falls Biochemikalien wettbewerbsfähig wären, könnten sie in Zukunft für einzelne Stoffe den Bedarf an konventionellen Produkten ersetzen und sogar neue Märkte erschliessen», so Bertuccioli. Allerdings trübten die seit Mitte 2014 fallenden Ölpreise diese Perspektiven; aktuell hätten es Produkte auf Basis der Zuckerplattform aufgrund des geänderten Umfelds enorm schwer.

Ob und wo sich im globalen Umfeld allenfalls kommerzielle Bioraffinerien etablieren können, hängt laut Bertuccioli von sieben Faktoren ab: politisches Umfeld, Finanzierung, öffentliches Umfeld und Nachfrage, Forschung und Entwicklung, Kommerzialisierung, Rohstoffvorkommen und -kosten sowie übrige Produktionskosten. Der Vergleich mit den USA, Brasilien und China fällt für Europa und damit auch für die Schweiz ernüchternd aus: Bloss im Bereich Forschung und Entwicklung erhält Europa ein A-Rating. Hingegen fällt Europa besonders in den Bereichen «politisches Umfeld» und Produktionskosten stark ab – klare Indizien, wo nachgebessert werden müsste. Dies gilt vor allem für Drop-ins, Produkte also, die bestehende petrochemische Chemikalien ersetzen und somit in direktem Preiswettbewerb mit herkömmlichen Raffinerien stehen.

Ein wichtiges Fazit des Vergleichs lautet denn auch, dass es derzeit mehr in Produktionen in den USA, China und Brasilien und weniger in Europa investiert wird. Eine Möglichkeit für hiesige Bioraffinerien könnten Stoffe sein, die nicht als Drop-ins entwickelt werden, sondern mit zusätzlichen Leistungen auf Marktnischen zielen.

In der an die Präsentation anschliessenden Diskussion wurde festgestellt, dass die Studie die Beobachtung bestätige, wonach die Schweiz sich eher als Technologielieferantin eigne und höchstens Nischenprodukte selbst produzieren könne. Eine Massenproduktion hingegen sei hierzulande, ähnlich wie bei anderen Industriegütern, kein Thema.

Ein Votant warf zudem die Frage auf, ob eine komplexe chemische Plattform betriebswirtschaftlich Sinn mache. Denn das Problem könnte sein, dass einige dieser Produkte von herkömmlichen Anlagen oder ausländischen Bioraffinerien günstiger geliefert würden. Als Ausweg aus diesem Dilemma wurde vorgeschlagen, sich auf hochwertige Nischenprodukte zu konzentrieren.

Eine weitere Frage fokussierte auf die Entwicklung in den USA: Warum ist dort die Bioethanolproduktion weiter entwickelt? Die Antwort zeigte, dass die USA seit Jahren über eine klare, langfristig ausgerichtete Politik mit entsprechenden Standards verfügen. Zudem ist die Finanzierung von Anlagen einfacher; auch Kreditverträge für Demonstrationsanlagen, in Europa ein eigentliches «Missing Link», sind einfacher abzuschliessen.

Die Diskussion widmete sich auch der von der Studie als europäischen Standortnachteil erwähnten Rohstoffversorgung. Um den Sachverhalt zu präzisieren, thematisierte eine Publikumsfrage den durchschnittlichen Versorgungsradius, mit denen kommerzielle Anlagen heute rechnen. Einen Anhaltspunkt gibt die Versorgung grosser Zellstofffabriken in Finnland. Dort wird als Einzugsgebiet mit einem Radius von maximal 400 Kilometern gerechnet.

Ethanol aus Holz statt Zucker?

Wie bereits erwähnt ist Ethanol aktuell das dominierende Bioraffinerieprodukt. 84 Prozent des weltweiten Outputs (Basis: 2013) geht als Beimischung in Treibstoffe, wobei die USA, Brasilien, EU, China, Indien und Kanada die wichtigsten Märkte sind. Für die Schweiz wäre die Produktion einer zweiten Generation von Bioethanol interessant, die nicht auf Zucker, sondern auf dem hierzulande vorhandenen Rohstoff Holz basiert, wie **Michael Studer, Dozent für Agrar-, Forst- und Energietechnik an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL)**, ausführte. Mit dem Wechsel zu Holz würde man auch elegant der problematischen Konkurrenz zum Anbau von Lebens- und Futtermitteln aus dem Weg gehen. Nachteile sind, dass es sich bei Holz um ein im Vergleich etwa zu Mais eher sperriges («bulky») Material mit sehr komplexen Verbindungen handelt und dass ein Viertel des Rohstoffs in Form von Lignin statt der erwünschten Zellulose anfällt.

Studer zitierte Erfahrungswerte aus der italienischen Bioraffinerie Crescentino, die vor allem Stroh verarbeitet und Investitionen von 150 Millionen Euro bindet. Während in der italienischen Anlage jährlich 180'000 Tonnen Material verarbeitet werden, fallen in der Schweiz insgesamt 500'000 Tonnen landwirtschaftliche Abfälle und 700'000 Tonnen Energieholz an. Denkbar wären in der Schweiz somit etwa sechs Anlagen dieser Grössenordnung. Für deren Versorgung mit Rohstoffen müssten täglich 25 Lastwagen à 40 Tonnen die Anlage anfahren – in der dicht besiedelten Schweiz bedeutet dies ein beträchtliches Verkehrsaufkommen, was zu einer Blockierung des Projekts durch die betroffene Bevölkerung führen könnte. Ein auf Schweizer Verhältnisse angepasstes Vorgehen könnte laut Studer sein, die Bioraffinerien auf ein Jahresvolumen von je 10'000 bis 20'000 Tonnen Material zu verkleinern und damit die Möglichkeit zu erhalten, die Anlagen dezentral zu bauen. Die Frage der Dimensionierung und des Downscaling ist für die Schweiz zentral und könnte ein wichtiges Kriterium für die Frage sein, ob eine Bioraffinerie wirtschaftlich betrieben werden kann oder nicht.

Um die Kosten zu senken, erprobt Studer in seinem Institut die Möglichkeiten der Prozessintegration. So legt er die verschiedenen Verfahren wie Enzymproduktion, Hydrolyse und Fermentation in einem einzigen Reaktor zusammen und verwendet dazu robuste Stämme von Mikroorganismen. Die Mikroorganismen wachsen stabil in einem Biofilm und produzieren kontinuierlich Enzyme, die nicht mehr von aussen zugeführt werden müssen.

Das so gewonnene Ethanol ist zum Beispiel als ED95 kommerziell als Ersatz für Lastwagendiesel einsetzbar. Der Erlass der Mineralölsteuer scheint sehr wahrscheinlich, da der Treibstoff in der Schweiz unter sozial und ökologisch verträglichen Bedingungen produziert werden kann.

Auf dem internationalen Markt ist es in erster Linie die öffentliche Hand, die Ethanol als Treibstoff für Busse im Nahverkehr einsetzt. Die Mehrzahl der weltweit bisher 600 produzierten Ethanolbusse verkehrt in den nordischen Ländern. Aber auch private Lastwagenhalter setzen vereinzelt bereits auf diesen Treibstoff und entsprechend angepasste Motoren, erklärte **René Schweizer, Sales Engineer beim schweizerischen Importeur des schwedischen Lastwagen-, Bus- und Motorenherstellers Scania**. Ein Pilotversuch in der Flotte des finnischen Milchverarbeiters Valio zeigt, dass sich ein Gemisch von 95 Prozent Ethanol und 5 Prozent Additive bewährt, wobei das in Finnland verwendete Ethanol aus Zuckerrohr stammt. Wichtige Voraussetzungen sind eine enge Zusammenarbeit zwischen Fuhrparkbetreiber, Ethanol-Lieferant und Fahrzeughersteller. Weiter sind entsprechende Lagerkapazitäten, langfristige Liefersicherheit und eine Garantie, dass Ethanol nicht teurer als konventioneller Diesel ist, wichtig. Der leicht kleineren Energiedichte im Ethanoltreibstoff kann mit grösseren Kraftstofftanks am Lastwagen entgegengewirkt werden. **Hierzulande eignen sich für einen Treibstoffwechsel laut René Schweizer beispielsweise die Flotten der Grossverteiler Coop, Migros und Spar** – doch noch fahre in der Schweiz kein einziger Lastwagen oder Bus mit Ethanol, obwohl nach Berechnungen von Scania der CO₂-Ausstoss 4,5-mal tiefer liegt als bei Diesel.

Logistik und Liefersicherheit sind entscheidend

Über die Hürden, die es bis zur Inbetriebnahme einer Bioraffinerie in der Schweiz noch zu überwinden gilt, sprach **Daniel Zollinger, Chemieingenieur im Front End Development bei der Lonza AG**. Schon heute ist am Lonza-Standort Visp ein Cracker in Betrieb, ein Gerät also, das langkettige Kohlenwasserstoffe in kürzere Kohlenwasserstoffe spaltet. Ausgehend von den Produkten, die mit dem Cracker produziert werden (hauptsächlich Ethylen und Acetylen), aber auch von zugekauften Startmaterialien produziert Lonza in Visp ein breites Spektrum an Endprodukten. Dieses Spektrum reicht von Düngemitteln bis zu Wirkstoffen für Krebsmedikamente.

Die mengenmässig wichtigsten Edukte für den Standort dienen als Crackerrohstoff (Light Virgin Naphta oder Liquefied Petroleum Gas; mehrere 10'000 to/a) oder zur thermischen Verwertung (Erdgas; mehrere 10'000 MWh/a).

Daneben erscheinen die eingekauften Mengen der Lösungsmittel Ethanol, Methanol, Aceton und Acetonitril mit je einigen 1000 to/a als gering. Diese sind aber für die Durchführung verschiedener Reaktionen von grosser Wichtigkeit. Statt aus Erdöl könnten viele dieser Stoffe theoretisch auch aus einer Bioraffinerie stammen.

Als weitere potenziell ganz oder teilweise aus Holz zu gewinnende Rohmaterialien wurden Nährlösungen für Fermentationen und Aktivkohle erwähnt.

Damit die im Werk benötigten Rohmaterialien in der richtigen Menge und zeitgenau am Produktionsstandort eintreffen, ist laut Zollinger eine verlässliche Logistik nötig, wobei für wichtige Rohstoffe wenn immer möglich mindestens zwei unabhängige Lieferanten, möglichst mit unterschiedlichen Ver- und Entsorgungswegen, berücksichtigt werden. Auch bei einem Wechsel auf Holz als Rohstoff oder auf Rohstoffe aus einer Bioraffinerie müssten die Versorgungswege garantiert sein und auf verschiedenen Lieferanten basieren.

Bei Lonza gehe es – wie in der Industrie generell – in erster Linie um die preiswerte Beschaffung der benötigten Rohstoffe in der nötigen Qualität, wobei Produkte aus der Bioraffinerie preislich in Konkurrenz zum Erdöl stünden. «Bei den meisten Massengütern und Zwischenprodukten ist es unrealistisch, für ein in der Produktion CO₂-armes Produkt aus einer Bioraffinerie eine Zusatzprämie zu verlangen», erklärte Zollinger. Bei Produkten wie

Lebensmittelhilfsstoffen oder Kosmetika hingegen, die näher beim Endverbraucher liegen, könnte man den Umweltvorteil direkter kommunizieren und eher geltend machen. Vorteile sind vor allem dort ersichtlich, wo komplexe chemische Strukturen, die im Holz von Natur aus vorhanden sind, entscheidend zur Eigenschaft und Wertschöpfung des Endprodukts beitragen. Bei dem von der Lonza produzierten Lärchen-Arabinogalactan etwa, einem Nahrungsergänzungsmittel, ist das der Fall. Allerdings: **Nur drei Prozent der eingesetzten Holzmasse sei in Form eines Endprodukts vorhanden und vermarktbar, während 97 Prozent anschliessend für die Energiegewinnung verwendet werde. Der Wert dieser 97 Prozent wird letztlich wieder über den Erdölpreis gesteuert.**

Fokus auf hochpreisige Nischenprodukte

Die Stossrichtung für eine Schweizer Bioraffinerie skizzierte **Paul Dyson von der EPFL** in seiner Präsentation. Er zeigte auf, dass in einer klassischen Raffinerie 90 Prozent der Derivate als Treib- oder Brennstoff genutzt werden und nur etwa zehn Prozent für die stoffliche Weiterverarbeitung in der Industrie Verwendung finde. **Eine Bioraffinerie müsse den Akzent auf die Downstream-Produkte legen und dabei auf hochpreisige Nischenprodukte fokussieren, umso mehr, als man mit tiefen Ölpreisen konkurrieren müsse.** Als Rohstoff braucht man sich dabei nicht zwingend auf Waldrestholz beschränken, sondern es kommen auch organische Siedlungsabfälle, landwirtschaftliche Reststoffe sowie eigens angebaute Energiepflanzen in Frage. Für den Transport des daraus gewonnenen Syngases könnte das Schweizer Erdgasnetz genutzt werden.

In zwei Gruppendiskussionen wurden anschliessend die Chancen einer Bioraffinerie in der Schweiz diskutiert.

Gruppendiskussion 1 (Energieprodukte und Dienstleistungen sowie flüssige und gasförmige Biotreibstoffe)

Markus Zeifang vom Paul Scherrer Institut machte geltend, dass die Erdölpreise aktuell alternative Treibstoffe in eine wenig attraktive Situation rücken. Wo also sind Kunden dennoch bereit, eine Extraprämie zu bezahlen? In Frage kommen Luftfahrt, Fähren oder Lastwagenflotten sensibilisierter Firmen. Dies sind zugleich diejenigen Bereiche, in denen eine Substitution des Treibstoffs durch die bekannten Batterietechnologien nicht möglich ist (Leistungsgewicht).

In der Luftfahrt gab es vor fünf Jahren erste Tests, als Lufthansa gewisse Strecken wie Hamburg-Frankfurt nur mit Biokerosin flog. Technisch funktionierte das Projekt, es wurde aber aufgrund tiefer Erdölpreise wieder gestoppt. Dennoch bleibt diese Anwendung im Gespräch, obwohl der Luftverkehr nur zwei Prozent des Erdölverbrauchs ausmacht.

Es wird die Frage gestellt, ob es Sinn macht, heute aufwendig aus Holz Treibstoff zu produzieren, wenn der Trend bereits zur E-Mobilität geht. Auch sollten nur Holzqualitäten für Energie verwendet werden, die nicht anderweitig verwendet werden können.

Ferner wurde kritisiert, dass es keinen Sinn mache, das so gewonnene Gas in Strom umzuwandeln und anschliessend in Batterien zu speichern – der Wirkungsgrad sei klar zu tief.

Votum: Wäre ein internationaler Austausch von Ethanol aus Bioraffinerien denkbar? Das würde die Versorgungssicherheit verbessern.

Votum: Ein solches Netzwerk wäre kein Problem, sofern genügend Lager erstellt werden.

Votum: Flüssiggas zeigt, dass dieser Austausch funktioniert: ED95 ist heute schon auf dem Markt erhältlich (auf Stärkebasis), Cellulose-Ethanol hingegen ist rarer.

Michael Studer, HAFL: Ethanol auf Stärkebasis könnte durch Cellulose-Ethanol ersetzt werden, das ökoeffizienter ist. Zum Thema Verstromung meinte Studer, man könne zwar aus Holz Strom produzieren, müsse aber bedenken, dass wir auch in Zukunft immer einen flüssigen Treibstoff benötigen: Der Individualverkehr wird in Zukunft wohl elektrifiziert werden, der Flug- und Schwerkverkehr wird aber mittelfristig sicher auf einen flüssigen Treibstoff angewiesen bleiben.

Votum: Für einen Wechsel des Treibstoffs ist die Kundenakzeptanz entscheidend. In Skandinavien gibt es mit der Stena Line bereits eine erste Fährlinie, die eine erste Fähre zwischen Kiel und Hamburg zur Hälfte (zwei der vier Hauptmotoren) Biomethanol umstellte, und zwar insbesondere, weil die Internationale Seeschiffahrtsorganisation IMO sogenannte Emission Control Areas eingeführt hat. In der Nord- und Ostsee beispielsweise darf der Schwefelgehalt nur 0,1 Prozent betragen. Entweder, die Fährgesellschaften stellen auf schwefelarmen Diesel oder Flüssiggas (LNG) um oder sie investieren kostspielige Abgasentschwefelungsanlagen, sogenannte Scrubber. Die Hälfte des 22 Millionen Euro teuren Projekts stammt aus EU-Geldern.

Votum: Ein preislich günstiges Ausgangsmaterial sind Äste, die anschliessend torrefiziert (eine entsprechende Pilotanlage ist in Orbe im Aufbau) und zu Pellets verarbeitet werden. Denkbar ist, auf diese Weise dezentral Strom und Wärme zu erzeugen. Die Verarbeitung schafft Arbeitsplätze, das Endprodukt ist dichter und braucht deshalb weniger Lagerplatz als Holzchips. Der Rohstoff sollte dabei aus einem Umkreis von nicht mehr als 50 Kilometern stammen. Ein Problem ist in der Schweiz die Entsorgung der Asche, denn anders als in Skandinavien ist das Ausbringen im Wald nicht erlaubt.

Für Lastwagen, Baumaschinen und landwirtschaftliche Maschinen braucht es weiterhin Flüssigtreibstoff, hier sticht das Argument der aufkommenden E-Mobilität nicht. Idealerweise wird ein standardisierter Treibstoff entwickelt. Dies vereinfacht die Entwicklung und Optimierung der Motoren.

Votum: Holz sollte konsequent in der Kaskadennutzung verwendet werden, also zuerst für die Konstruktion, dann in der Bioraffinerie und erst am Schluss für die Energiegewinnung.

Votum: Zukünftig brauchen wir mehr Speichermöglichkeiten, insbesondere auch saisonal vom Sommer zum Winter. Holz ist eine ideale Kohlenstoff-Senke. Denkbar ist auch, Wasserstoff zu produzieren, um die Energie lagern und mobilisieren zu können. Brennstoffzellen können einen Wirkungsgrad von 80 Grad erreichen. Die restlichen 20 Prozent können für die Gebäudewärme verwendet werden.

Votum **Sandra Hermle, Leiterin Forschung Biomasse, Bundesamt für Energie:**

- Es gibt derzeit rund 20 vom BFE geförderte Projekte im Bereich Biomasse. Dabei gibt es

natürlich sich konkurrenzierende Technologien aber auch Synergien zwischen den verschiedenen Projekten.

- Die Nachhaltigkeit des Prozesses und die Umwandlungseffizienz dürfen nicht vernachlässigt werden. Das BFE empfiehlt, die Technologie nicht isoliert, sondern im Gesamtsystem, in dem diese dann angewendet werden soll, zu betrachten. Dabei sollen die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Effekte mitberücksichtigt werden.

- Die Verfügbarkeit der Biomasse ist nicht nur eine technische, sondern auch eine wirtschaftliche und logistische Frage. Viele Projekte gehen von einer gegebenen Verfügbarkeit der Ressource aus, ohne sich klar darüber zu sein, dass auch andere Konversionstechnologien auf dieselbe, nur einmal verfügbare Ressource zurückgreifen wollen. Ein anderer Knackpunkt ist die Tatsache, dass häufig schon etablierte Verwertungspfade für solche Ressourcen bestehen. Eine Änderung des bestehenden Systems ist – auch bezüglich der Gesetzgebung – schwierig und dürfte auf Widerstand der bisherigen Player stossen.

- Bezüglich Realisierbarkeit muss man bereits frühzeitig an das Scaling-up denken und dementsprechend auch mit möglichen Umsetzungspartnern wie Industrie und Planern Kontakt aufnehmen.

- Das BFE verfügt bezüglich Forschung und Realisierung von Pilotanlagen über zwei Förderinstrumente: das BFE Forschungsprogramm Bioenergie und das Pilot- und Demonstrationsprogramm des BFE.

Informationen zu beiden Programmen:

- <http://www.bfe.admin.ch/forschungbiomasse/index.html?lang=de>

- www.bfe.admin.ch/cleantech/05765/index.html?lang=de

Votum Martin Seifert, SVGW: Die biochemische Nutzung von Holz hat aus meiner Optik in der Schweiz keine Zukunft. Denkbar ist allenfalls die Entwicklung der entsprechenden Technologie. Anstelle der Kaskadennutzung plädiert der SVGW für eine konsequente Vorsortierung des Holzes: Der eine Teil wird verbrannt oder zu Gas umgewandelt, der andere im Bau verwendet.

Der Markt für Biogas existiert; die Nachfrage stationärer Kunden übersteigt derzeit das Angebot um 50 Prozent. Ein noch kaum erschlossenes Feld ist die Wärmelieferung an öffentliche Gebäude. Es ist schade, dass nicht jetzt diese marktgängigen Produkte produziert und die Nachfrage abgedeckt wird, sondern stattdessen an Bioraffinerien herumstudiert wird, deren wirtschaftlicher Erfolg fraglich ist. Ein Problem sind auch die noch nicht ausgereiften Ethanol-Motoren. Hier braucht es einen Entwicklungsschub. Das Ziel muss sein, Bio-Treibstoff in einer standardisierten Qualität zu produzieren.

Fazit aus dem Diskussionsgruppe 1:

- Die Nachfrage nach Bioenergie ist in der Schweiz gegeben, und zwar sowohl mobil (Biogas) als auch in Form von Wärme.
- Eine Standardisierung existiert in vielen Bereichen schon.
- Biogas, E95, Methanol sind auch für Fähren, Land- und Waldmaschinen einsetzbar.
- Warum liegt die Schweizer Biogas-Produktion unter der Nachfrage? Selbst Holzpellets werden importiert statt im Inland hergestellt. Wenn bereits so minim verarbeitete Produkte importiert werden müssen, wie kann erst ein weiterverarbeitetes Produkt im Inland kostengünstiger hergestellt werden als im Ausland?
- Asche darf nicht in Wald ausgebracht werden und verursacht Deponiekosten.

- Scaling-up zur Demonstrationsanlage ist hierzulande ein Problem.
- Strom kontra Gas: Wann macht die Umwandlung von Energie aus der Bioraffinerie in Batterie-Strom Sinn?
- VCS-Autoliste: Neu gelten Gas-Mobile ökologisch als vorteilhafter als E-Mobile. Mit Biogas würde dieser Vorteil noch deutlicher.
- Hauptproblem ist die mangelnde Konkurrenzfähigkeit von Schweizer Bioraffinerien.

Fazit Gruppendiskussion 2: (Chemische Produkte aus Holzbiomasse; Moderation: Martin Riediker, Präsident NFP 66)

Thomas Kläusli, AVA Biochem BSL AG: In seinem Inputreferat erklärte der Chief Marketing Officer, dass das Unternehmen 2014 eine Pilotanlage zur Herstellung einer hochwertigen Plattformchemikalie (5-HMF) aus Biomasse in Muttenz/BL in Betrieb genommen hat. Dieses Produkt kann zur Herstellung von FDCA und anschliessend PEF (Polyethylenfuranoat) als Ersatz für erdölbasiertes PET eingesetzt werden; Firmen insbesondere aus dem Lebensmittelbereich wie Coca-Cola, Danone oder Nestlé sind an diesem Biokunststoff für Verpackungslösungen sehr interessiert. Die Herstellung von PEF im kommerziellen Stil auf Basis von Holz als Biomasse ist zwar grundsätzlich möglich, aber heute noch nicht wirtschaftlich. Daher fällt die Wahl in einer ersten Phase auf Zucker oder Stärke aus Zuckerrohr respektive Mais. **Die Entscheidungsfaktoren für die Standortwahl für eine Industrieanlage sprechen gegen die Schweiz, denn nötig wären: günstige Energie, Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit mit Rohstoffen, attraktive Verkehrslage (optimierte Logistik); Nähe zum Absatzmarkt. Diese Faktoren sprechen eher für die USA (Politik, Energie, Biomasse, Venture-Kapital), die Niederlande (Politik, Logistik) oder Brasilien (Rohstoff) als die Schweiz. Für die Einführung von PEF im globalen Markt ist zudem wichtig, die ganze Wertschöpfungskette zu berücksichtigen und diese langfristig aufzubauen.**

Eine Herausforderung in der Schweiz ist es, die Finanzierung für Pilotanlagen zu finden. Abhilfe könnte womöglich ein Mentoringprogramm schaffen. Es gilt, sowohl Politik als auch Industrie vom Projekt zu überzeugen. Allenfalls müsste zum Beispiel die KTI ihre Position überdenken und auch industrielle Innovation und Pilotanlagen im Bereich biochemische Produktion finanziell unterstützen. Firmen wie AVA Biochem sind wichtig, denn sie zeigen, welche Rahmenbedingungen nötig sind, um eine Produktion aufzugleisen. Zugleich sind sie die Basis, um die Bioraffinerie-Technologie in der Schweiz zu entwickeln und anschliessend zu exportieren.

Votum: Was soll die Rolle von Schweizer Holz und die Rolle der Schweiz generell in der Bioraffinerie-Technologie sein? Möglicherweise werden diese Produkte nach der Entwicklung der Technologie mit Zuckerrohr statt mit (einheimischem) Holz produziert.

Votum: Die nötige Menge an Holz hierzulande sind für die globalen Produktionsmengen im Biokunststoffmarkt nicht vorhanden. Es muss der Weltmarkt für den Absatz der Produkte im Visier behalten werden.

Das Projekt von AVA Biochem kontrastiert zur Idee einer Schweizer «Boutique-Bioraffinerie». Entsprechend kann die Schweiz auch keinen Einfluss auf die Rahmenbedingungen nehmen. Neben Spin-offs mit guten Ideen sind bei solchen grossmasstäblichen Projekten vor allem auch Unternehmer mit Zugang zu Kapital gefragt. Will die Schweiz als Standort für solche Projekte im Gespräch bleiben, muss sie attraktive Businessmöglichkeiten schaffen und dann potenziell interessierte Unternehmer angehen. Forschungsgelder sind somit ein nötiges, aber kein hinreichendes Element.

Votum: Wie wichtig sind Drop-ins? Soll man besser versuchen, Bioraffinerie-Produkte ins bestehende System zu integrieren, statt eine komplett neue Produktionskette zu etablieren? Klar ist, dass Drop-ins Investitionen und Risiko reduzieren, so dass es einfacher ist, Investoren anzuziehen.

Chemische und biotechnologische Prozesse kombinieren

Zu diesem Thema liegt seit kurzem Studie «Erneuerbare statt fossile Rohstoffe – eine Chance für die Schweiz» der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften SATW vor, die an der Tagung von **Christian Suter, suterscience GmbH**, vorgestellt wurde.

Ausgehend von den bekannten wirtschaftlichen und ökologischen Risiken einer fossilen Rohstoff- und Energieversorgung entwickeln die Autoren eine Reihe von Empfehlungen:

- Bioraffinerien sind Verbundinstrumente par excellence für die effiziente Nutzung von Biomasse. Es gilt, die Forschung zu aktivieren, die Industrie zu motivieren und die internationale Zusammenarbeit in Forschung, Entwicklung und Kommerzialisierung zu fördern.
- Eine bestehende Infrastruktur, die neu auch für Produkte aus Bioraffinerien genutzt wird, kann Kosten senken und die Vermarktung vereinfachen.
- Wasser als Lösemittel ermöglicht die effiziente, kostengünstige, sichere und umweltverträgliche Nutzung von Biomasse.
- Chemische und biotechnologische Prozesse können zum Beispiel mittels chemoenzymatischer Reaktionen kombiniert werden.
- Gesucht sind Kreislaufprozesse mit CO₂ in der Rolle des Rohstoffs.
- Die biologische Assimilation von CO₂, zum Beispiel mit Algen, soll gesteigert werden, auch wenn der Weg zur Entwicklung noch weit ist.
- Es sollen neue Verfahren zur Bindung und Assimilierung von CO₂ entwickelt werden.
- Die Schweiz soll über das inländische Rohstoffaufkommen hinausdenken und Lösungen entwickeln, die global angewendet werden können.
- Als mögliche Produkte nennt die Studie unter anderem Vorprodukte für die Pharma- und Kosmetikindustrie sowie biologisch abbaubare Pestizide, Schmierstoffe oder Polymere.

Steuererleichterung für Biotreibstoffe

Bei Treibstoffen ist die Mineralölsteuer ein entscheidender Preisbestandteil. Sarah Grieder von der Sektion Mineralölsteuer der Eidgenössischen Zollverwaltung legte dar, unter welchen Umständen ein Treibstoff steuerbegünstigt hergestellt oder importiert werden kann. Um eine Steuererleichterung zu erlangen, müssen bei der Produktion ökologische und soziale Mindestanforderungen eingehalten werden. So muss unter anderem nachgewiesen werden, dass der biogene Treibstoff von Anbau bis zum Verbrauch mindestens 40 Prozent weniger Treibhausgasemissionen erzeugt als fossiles Benzin. Auch die Umwelt darf verglichen mit fossilem Benzin über den ganzen Lebensweg nicht erheblich mehr belastet und deren Anbau darf weder den Regenwald noch die biologische Vielfalt gefährden. Für biogene Abfälle und Rückstände gilt in der Schweiz zudem der Grundsatz Teller – Trog – Tank, also der Vorrang der Nahrungsmittel- und Futtermittelproduktion vor der Treibstoffproduktion.

In Sachen soziale Mindestnormen müssen die am Produktionsstandort geltende gesetzliche Sozialnormen, mindestens aber die Kernübereinkommen der ILO eingehalten werden.

Die Steuererleichterung für einen biogenen Treibstoff, erfolgt über ein definiertes Verfahren, bei dem unter anderem SECO, BAFU und die EZV involviert sind. Die Steuererleichterung wird für jeweils vier Jahre gesprochen. Eine Mengenbeschränkung ist dabei nicht vorgesehen. Allerdings ist zum heutigen Zeitpunkt noch unklar, ob die Möglichkeit einer Steuererleichterung für biogene Treibstoffe in der beschriebenen Form nach 2020 beibehalten werden kann.

Schweizer Rohstoffangebot hat Grenzen

Die Position des Bundesamts für Umwelt BAFU umschrieb **Alfred W. Kammerhofer, Sektionschef für Holz- und Waldwirtschaft**. Der Referent machte deutlich, dass eine einheitliche Definition und Systemabgrenzung von Bioraffinerie noch fehlt. Insbesondere ist unklar, ob gebrauchtes Holz als Rohstoff für eine Bioraffinerie verwendet werden kann oder nicht. Wichtig sei ferner, dass die Prozesse auf die vorhandenen Rohstoffen ausgerichtet würden und nicht umgekehrt; dabei ist interessant, dass Laubholz einfacher aufzubereiten ist als Nadelholz. Anzustreben seien multifunktionelle Gesamtkonzepte, das sowohl energetische (Wärme und Strom) als auch chemische Produkte umfassen.

Der Referent thematisierte mehrere offene Fragen aus den NFP66 Forschungsprojekten:

- Gibt es Konflikte zwischen materieller und energetischer Nutzung und bestehen Synergiepotenziale bei den vor- und nachgelagerten Produktionsstufen?
- Wie gross ist der Energiebedarf einer Bioraffinerie und ist diese durch eine sinnvolle Kaskadennutzung optimierbar?
- Werden Biofuels langfristig nachgefragt werden, wenn sich die E-Mobilität durchsetzt?

- Welche Flächen sind für Bioraffinerie-Anlagen nötig?
- Welche Folgen ergeben sich für das Ökosystem Wald und die vorhandenen Rohholzabnehmer in der Schweiz, wenn die Nachfrage nach Produkten der Bioraffinerie und somit nach Waldholz stetig wächst?
- Gemäss einer Studie von Ernst Basler & Partner ist die inländische Wertschöpfung bei einer stofflichen Nutzung von Holz um den Faktor 8 grösser als bei einer energetischen Nutzung. Wie hoch ist das inländische Wertschöpfungspotenzial einer chemischen Nutzung von Holz?
- Was ist alles erforderlich, damit eine Ressourcenversorgung sichergestellt werden kann?
- Innerhalb welches Zeithorizontes kann das Potenzial dieser Technologie wirtschaftlich nutzbar gemacht werden?
- Wer sind die Akteure der Branche Bioraffinerie, wer die Ansprechpartner und wer die Betroffenen?

Der BAFU-Vertreter zeigte, wie der Bund innovative Holzprojekte mit der dem NFP66, der KTI, der Umwelttechnologieförderung und dem Aktionsplan Holz unterstützt. Kammerhofer schloss mit drei offenen Fragen:

- Ist Biorefining tatsächlich ein Ziel für die Schweiz, sei es zur Entwicklung der Technologie oder als Produktionsstandort?
- Unter welchen Bedingungen ist der Betrieb einer Bioraffinerie realistisch und welche Nutzungskonkurrenzen könnten sich dadurch ergeben?
- Welche Chancen und Herausforderungen würde eine Bioraffinerie für Waldbesitzer und -bewirtschafter sowie für das Ökosystem Wald bringen?

Die Schlussdiskussion unter der Moderation von Jakob Rhyner, Mitglied Steuerungskommission NFP 66, umfasste unter anderem folgende zentrale Voten:

Urs Rhyner (Agro Energie Schwyz): Dass sich die Rahmenbedingungen in Sachen Befreiung Mineralölsteuer 2020 ändern, zeigt die grosse Unsicherheit für eine langfristige Planung. Ich sehe daher im Bereich Bioraffinerie aktuell keine Technologie, wo sich eine kommerzielle Investition anbietet.

François Maréchal (EPFL): Es ist wichtig, die Kaskadennutzung im Auge zu behalten und sich nicht auf einzelne Produkte zu beschränken. Auch die Energiespeicherung könnte einfach umzusetzen sein; sinnvoll wäre es dabei, die Kombination verschiedener Dienstleistungen wie Wärme, Strom und Speicherung voranzutreiben.

Rolf Manser (BAFU): Sinn macht eine Kaskadennutzung von Holz, die beim Bau beginnt und mit der energetischen Nutzung aufhört. Das BAFU könnte diese Nutzung unterstützen, indem es die Interessenten zusammenbringt. Die Waldwirtschaft ihrerseits ist gefordert, die Prozesse im Wald weiter zu optimieren und so zur Senkung der Kosten beizutragen.

Thomas Kläusli (AVA Biochem): Die Schweiz ist stark in der Entwicklung von Technologien, es gibt viele Forschungseinheiten und innovative Köpfe. Hingegen ist der Biomasse-Markt hierzulande zu klein, als dass sich interessant Mengen ergäben. Auch Boutique-Produktionen brauchen eine gewisse Grösse; die Nachfrage ist zwar grundsätzlich da, doch auch eine Bioraffinerie-Boutique müsste immer für den globalen Markt produzieren, um auf die notwendigen Mengen zu kommen und um wirtschaftlich zu arbeiten.

Paul Dyson (EPFL): Gibt es tiefhängende Früchte, also Produkte, die man relativ einfach produzieren könnte und für die ein Absatz voraussichtlich vorhanden ist? Vielleicht müsste die Art und Grösse einer «Boutique» genauer definiert werden. Für mich wäre eine regional verankerte Produktion mit regionalen Rohstoffen attraktiv, die aber durchaus auf dem Stand der Technik produziert.

Christian Suter (suterscience GmbH): Analog zu den bisher an Schweizer vergebenen Nobelpreisen muss es das Ziel der Schweiz sein, die besten Leute anzuziehen. Organisationen müssen dabei mehr vom Nutzen der Produkte her denken.

François Maréchal (EPFL): Die Schweizer Waldfläche ist begrenzt; wir müssen unsere Ressourcen deshalb klug einsetzen. Im grossflächigen Brasilien ist die Situation komplett anders, dort dreht sich Dutzende von Kilometern rund um eine Ethanolanlage alles nur um Ethanol. Eine solche Konzentration wäre hier unmöglich.

Fazit der Podiumsdiskussion

1. Die Schweizer Biorefinery-Community entwickelt sich – was ein wichtiges Ziel von NFP66 ist.
2. Innovation braucht nicht nur Technologie, obwohl diese die zentrale Voraussetzung ist, sondern auch Unternehmer und Finanzmittel.
3. Idealerweise wird eine Bioraffinerie etappenweise entwickelt.

Martin Riediker, Präsident des Programms NFP 66, schloss die Veranstaltung und gab einen Ausblick auf die Synthese Kickoff-Tagung vom 14./15. April in Olten, wo die Ergebnisse der Studien zusammen mit den Folgerungen aus den Workshops zu Syntheseberichten verarbeitet werden.

Anhang: Programm

Programme WS II

Topic	Speaker / Chair
08h45 Coffee & registration	KTT
09.15 Welcome	Dr. Magdalena Schindler, Director of HAFL
Short introduction to the goals of NRP66-programm Goals & schedule of the workshop, key questions, results of WS I, short round of introductions of the participants	Martin Riediker, President of NRP66-Programm, Enrico Bellini, KTT-Team NRP 66
PART 1 BIO-REFINING WOOD CONCEPTS:	
09.35 From the Sugar platform to biofuels and biochemical. Final (20') report 2015 for the European Commission. Identifying the key benefits and development needs for the sugar platform.	Dr Luca Bertuccioli, E4tech Lausanne
(5') Round of questions and reactions	
PART 2 OPPORTUNITIES AND LIMITS in the energetic and chemicals sectors: points of view od Academia and Industry	
10.00 Energetic products and services from wood: Decentralized (30') production of lignocellulosic ethanol and its use as ED95 fuel in compression-ignition engines	Michael Studer, BFH-HAFL and René schweizer, Scania Schweiz
10.30 Concurrent Transformation of Wood into Chemical Commodity Feedstocks: From Academia: The compounds that can be obtained on a large scale from biomass. New catalytic routes that can lead to new technologies. Integrated chemical and biochemical processes for high value products. From Lonza: Which hurdles need to be overcome to allow a shift towards bio-based chemical feedstocks.	Paul Dyson, EPFL and Daniel Zollinger, RSI Front End Development, Lonza AG
11.00 Break and transfer to the groups	
PART 3 BIO-REFINING WOOD IN SWITZERLAND: OPPORTUNITIES AND LIMITS	
Parallel discussion sessions: Is there a market and opportunities for Swiss-Industry for products and services derived from wood biomass in general and in particular in Switzerland? How should Switzerland position itself in the global market of bio-refining?	
11.15- Group 1:	Group 2:
12.30 ENERGETIC PRODUCTS and SERVICES.	CHEMICALS PRODUCTS BASED ON WOOD-BIOMASS
(75') Focus on biofuels (liquid and gas) from wood-biomass	Focus on commodity and value-added chemicals from wood-biomass
Chair: Markus Zeifang, SCCER Biosweet	Chair: M. Riediker, President of NRP66-Programm with input from Thomas Kläusli, Chief Marketing Officer, AVA Biochem

12.30 Lunch	
13.30 Plenary session and discussion: Feedbacks of the groups	
PART 4 BIO-REFINING WOOD IN SWITZERLAND: BASICS AND FRAMEWORKS CONDITIONS	
Which framework conditions (i. e. political, economic and regulatory framework, technical norms and standards, societal values etc.) are necessary so as to realize an efficient bio-refining of wood in Switzerland?	
14.00 <u>Empfehlungen aus einer SATW-Studie. Erneuerbare statt fossile Rohstoffe – eine Chance für die Schweiz?</u>	Representative of SATW: Christian Suter, suterscience LLC
14.15 <u>Befreiung der Mineralölsteuer:</u> ein Schlüsselentscheid wenn wir Biofuels in der Schweiz produzieren wollen?	Sarah Grieder, Eidg. Zollverwaltung, Eidg. Finanzdepartement, Sektion Mineralölsteuer
14.30 <u>The forestry perspective.</u> Point of view of the timber industry and forest management authorities in Switzerland	Alfred Kammerhofer, FOEN
15.00 Break	
PART 5 THE FUTURE OF BIO-REFINERY IN SWITZERLAND	
Key question: Is there a future for biorefinery in Switzerland? Which biorefinery concepts would be best suited to Switzerland or certain regions (in terms of scale/ size and location of the plants, value added and the impact on wood resources)? Which is the best way of bio-refining wood in Switzerland?	
To what extent do you think the main stakeholders could accept the idea of bio-refining in Switzerland? (public responsibility in the import of products)	
15.20 Final Panel discussion: Which are the driving forces behind bio-refining wood in Switzerland in the energy sector and in the chemical industry? Which boundary conditions are necessary for domestic actors to assume each of these roles? Chair/ facilitation: Jakob Rhyner, member of Steering Committee NRP 66	With the participation from: FOEN: Rolf Manser efd: Sarah Grieder Energy sector: Urs Glutz, Swisspower Services AG SATW: Christian Suter Chemical sector: Thomas Kläusli, AVA BIOCHEM Academia/ NRP66: F. Marechal, P. Dyson
16.00 Cloning remarks and next steps	Martin Riediker, President of NRP66-Programm, Enrico Bellini, KTT-Team NRP 66
16.15 End with apero offer from HAFL	

4th of 20. August 2015 / Elaborate from KTT-Team NRP 66 with the support of the core team