

Wie aus Abfall Wertstoffe werden

Chemiker wollen Ethylen aus Methan gewinnen

VON DANIEL KASTNER

Das Herz schlägt im zweiten Stock. Über vier Etagen erstreckt sich die Miniatur-Chemieanlage. Sie steht auf dem TU-Campus im Technikum des Fachgebiets Dynamik und Betrieb technischer Anlagen. Mit ihr wird innerhalb des Exzellenzclusters „Unicat“ an der Umwandlung von Methan in Ethylen geforscht. Im zweiten Stock, zwischen Rohren und Kabeln, befindet sich der Reaktor, das Herzstück der jüngsten Versuchsanordnung. Dort soll bei 850 Grad Celsius und einem Druck von bis zu 5 bar Ethylen entstehen. Aber wozu ist das gut?

Mit Methan werden hauptsächlich Häuser geheizt. Das Gas entsteht auf Mülldeponien, in Biogasanlagen und Kokereien und ist Hauptbestandteil des Erdgases. Weil man es etwa bei der Ölförderung schlecht vor Ort weiterverarbeiten kann, wird es häufig abgepackelt oder in die Atmosphäre entlassen, wo es allerdings als starkes Treibhausgas wirkt.

Ethylen hingegen ist eine Kohlenstoffverbindung, mit der sich zum Beispiel Kunststoff herstellen lassen. Auch in der Medikamentenherstellung kommt Ethylen zum Einsatz. Aus Sicht der Chemie- und der Pharmaindustrie ist Ethylen also ein wertvoller Rohstoff. In Deutschland werden im Jahr etwa 2,8 Millionen Tonnen davon hergestellt, aus Rohöl. Und hier beginnt das Problem. Günter Wozny, Leiter des Fachgebiets, erklärt: „Die Ressource Öl wird bald nicht mehr als Grundlage für Ethylen ausreichen. Nur knapp 14 Prozent des geförderten Öls werden in der Chemie genutzt, der Rest wird verbrannt, als Treibstoff oder zum Heizen.“

Im Exzellenzcluster Unicat, das an der TU Berlin angesiedelt ist und von Matthias Drief geleitet wird, wollen die betei-



Lange Leitung. Die Anlage erstreckt sich über vier Etagen. Foto: TU Presse/Dahl

ligten Forscher deshalb Ethylen direkt aus Methan gewinnen. Damit käme die Industrie dem Traum einer emissionsfreien Anlage ein Stück näher, die keine Abgase und Abfälle mehr produziert. „Wir betrachten schon heute grundsätzlich alle Schadstoffe, die bei der Verarbeitung anfallen, als Wertstoffe“, sagt Wozny. Es kommt darauf an, wie die Stoffe nutzbar gemacht werden. In manchen Industriezweigen ist das bereits die Regel: Bei der Verarbeitung von Kohle zu Koks etwa fallen Schwefel und Ammoniak an, sie lassen sich zu Schwefelsäure und Düngemitteln weiterverarbeiten.

Ganz so weit ist man bei der Ethylenherstellung aus Methan noch nicht. Die Reaktion funktioniert bislang nur im Labor. Im Unicat-Cluster übertragen die Forscher ihre Erkenntnisse jetzt auf die nächstgrößere Anlage. „Upscaling“ nennen sie das.

Projektleiter Steffen Stünkel erklärt das Prinzip: „Wir mischen die Gase, die wir benötigen, in einem Reaktor: Methan, Sauerstoff und Stickstoff.“ Letzterer ist wichtig, damit das Gemisch nicht explodiert.

Methan in Ethylen umzuwandeln ist nur eines von mehreren Problemen der Wissenschaftler. Schwierig wird es, die unerwünschten Nebenprodukte, etwa Kohlendioxid, auszusortieren, in den Reaktor zurückzuleiten oder umweltschonend zu entsorgen.

Der Versuchsreaktor wurde vor zwei Jahren installiert, drei weitere Jahre soll das Projekt nach gegenwärtiger Planung noch laufen. „Wenn das hier klappt, können wir anschließend Reaktoren mit vier oder fünf Metern Innendurchmesser bauen“, sagt Wozny. Der derzeitige Reaktor misst nur vier Zentimeter.

Im Leitstand, hinter Sicherheitsglas, mischt sein Team am Computerbildschirm die Gase und untersucht, welche Kräfte im Inneren des Reaktor wirken. Und wie man sie bündigt, damit den Wissenschaftlern die Experimentanordnung nicht um die Ohren fliegt.

Wozny bleibt gelassen. „Das ist nicht gefährlich“, sagt er. „Das ist Kunst, Ingenieurskunst.“



Rolex, Jil Sander, Louis Vuitton & Co.: Welche Botschaften mit Edelmarken verbunden werden

VON ANDREA PUPPE

Mein Haus. Mein Pferd. Meine Yacht. Die Rolex-Uhr, die Louis-Vuitton-Tasche, der Hugo-Boss-Anzug. Luxus ist käuflich. Und für Menschen, die ihn sich leisten können, etwa so normal, wie das tägliche Brot für die Durchschnittsverdiener. Aber, wer sind diese Menschen und warum kaufen sie eigentlich Luxusmarken? Welche Eigenschaften verbinden sie mit den teuren Accessoires? Und welche Schlussfolgerungen können Marketingexperten daraus ziehen?

Am Fachgebiet Marketing der TU Berlin haben Professor Volker Trommsdorff und Klaus Heine den Forschungsbereich Luxusmarkenmanagement etabliert. Dabei interessieren sie weniger die funktionalen Eigenschaften von Luxusprodukten, sondern vor allem die schwer greifbare Symbolik und „Aura“ von Luxusmarken. „Die meisten Menschen ordnen Marken ganz selbstverständlich Personeneigenschaften zu“, sagt Heine. So werde zum Beispiel mit Porsche ein eher junger,

dynamischer Mann assoziiert, mit Louis Vuitton dagegen oft spontan eine kultivierte Dame zwischen 50 und 60. „Ähnlich wie Psychotests für Menschen, haben wir ein Marketinginstrument entwickelt, mit dem sich die Persönlichkeit von Luxusmarken analysieren und beschreiben lässt“, sagt Heine.

Dazu befragte das Forscherteam zunächst 31 Millionäre in Berlin und Köln. Wie bringt man aber 31 Millionäre dazu, an solch einer Studie teilzunehmen? Mit einem Schneeballprinzip: „Studierende haben die Studie mit einer Projektübung begleitet. Dabei hatten sie auch die Aufgabe, jeweils zwei bis drei Millionäre zu suchen. Sie wurden meistens im weiteren Bekanntenkreis fündig, aber auch unterwegs in Geschäften oder Nachtclubs oder einfach auf der Straße“, berichtet Heine. So kamen ganz verschiedene Typen von Luxusgüterkonsumenten zusammen. Vom jungen, wilden Erben eines Spielautomatenbetreibers, einer konservativen Bäckereiunternehmerin, einem berühmten Schauspieler bis zu einem Adligen, zu dessen Hobbys das Sammeln von Burgen und Schlössern gehört.

In den Interviews wurde das Konsumentenverhalten der Luxus-Shopper im Kontext ihrer Persönlichkeitseigenschaften analysiert. Dabei ging es beispielsweise um Fragen wie: Was bedeutet für sie Luxus? Was sind ihre Lieblingsmarken, welche mögen sie nicht, welche Symbolik verbinden sie mit bestimmten Marken?

Die Lust am Luxus

Danach ergaben sich fünf Kriterien, mit der die Charakteristik von Luxusmarken beschrieben werden kann: Modernität, Exzentrik, Opulenz, Elitismus und Stärke. Opulenz zum Beispiel bezieht sich auf die Sichtbarkeit von Symbolen des Reichtums wie beispielsweise auffälligen Materialien oder Logos und reicht auf einer Skala von dezent bis opulent. Dabei wird die Marke Jil Sander als eher dezent, Louis Vuitton dagegen als opulent wahrgenommen. Diese Untersuchung wurde mit der Befragung von 20 „Young Professionals“ zu deren Markenbewusstsein ergänzt. Dazu gehörten etwa Personalmanager und Controller.

Zudem wurde das Marketing-Messinstrument durch weitere Studien mit einer Vielzahl von nachgeordneten Kriterien verfeinert. Ziel dieser Untersuchungen war es, das gesamte Repertoire von Persönlichkeitseigenschaften aufzudecken, das Luxusmarken kommunizieren können. Auf Basis

der Millionärs-Studie und weiterer Interviews mit den bereits erwähnten 20 „Young Professionals“ wurde ein Katalog von Persönlichkeitseigenschaften entwickelt, die typisch für bestimmte Luxusmarken sind.

Dieser Katalog wurde durch eine weitere Studie überprüft und erweitert. Anhand von Interviews mit 60 Konsumenten wurden einige Hundert Werbeanzeigen von Luxusmarken analysiert. „Die Probanden sollten die Anzeigen zunächst frei beschreiben und dann auch unseren Katalog von Persönlichkeitseigenschaften zur Beschreibung nutzen“, erläutert Heine. Auf Basis dieser Studien wurde das Konzept der Luxusmarkenpersönlichkeit um etwa 50 Persönlichkeitseigenschaften erweitert. Zum Kriterium „Opulenz“ gehören beispielsweise Persönlichkeitseigenschaften wie repräsentativ, eindrucksvoll, wohlhabend, glanzvoll, glamourös, extravagant, ebenso genussfreudig, lustvoll und genießerisch.

Derzeit wird das Konzept der Luxusmarkenpersönlichkeit durch eine quantitative Umfrage noch weiterentwickelt. Der Fragebogen richtet sich an Luxusinteressierte und ist seit März dieses Jahres im Internet zugänglich. Die Teilnehmer sollen sich die großen Luxusmarken als Persönlichkeiten vorstellen und sie bewerten. Die TU-Forscher setzen dabei zum ersten Mal auf virales Marketing, um Teilnehmer zu gewinnen. „Der Ansatz von viralem Marketing ist es, die Zielgruppe zu überzeugen, aus freien Stücken und aus Begeisterung Freunden und Bekannten von einem Produkt – in diesem Fall von unserem Fragebogen – zu berichten, um damit zum Selbstläufer zu werden und einen ‚Netzwerk-Virus‘ auszulösen“, beschreibt Heine das Vorge-



Seht her. Luxusgüter werden weniger wegen ihrer Funktionalität erworben. Den Käufern ist es wichtiger, ein bestimmtes Image zu transportieren. Dabei geht es nicht nur um die Yacht oder den Sportwagen an sich – es muss schon die Marke sein, die am besten zu einem passt.

Fotos: Caro/Eckelt, p-a/dpa, p-a/dpa-tmn

hen. So haben die Wissenschaftler einen, wie sie selbst sagen, „aufsehenerregenden Einladungsflyer“ entworfen und machen den Teilnehmern ein Angebot: Diese bekommen am Ende der Befragung eine detaillierte persönliche Auswertung zu ihrem Mode-Stil und Luxus-Typ. Es zeige sich schon jetzt, dass dadurch die Bereitschaft steige, mitzumachen und den Fragebogen weiterzupfehlen, sagt Klaus Heine.

Am Ende erhält jeder Teilnehmer eine Analyse zu seinem Mode-Stil

„Die Studie soll Erkenntnisse über Präferenzen und Typen von Luxusgüter-Konsumenten liefern, die zeigen, warum sie das gleiche weiße T-Shirt je nach seiner Marke hassen oder lieben können. Es geht nicht mehr nur darum einfach ‚irgendwelche‘ Kunden zu finden, sondern Anhänger und Gleichgesinnte“, resümiert Heine. Das erweiterte Konzept der Markenpersönlichkeit sei geeignet, Luxusmarken dabei zu unterstützen, ihre Identität zu definieren. „Durch können sie ihre Produkte mit einer Aura versehen, die Gleichgesinnte lieben werden – und vielleicht noch mehr lieben, wenn andere sie hassen.“

Der Fragebogen im Internet: <http://www.unipark.de/uc/TeamLuxus/10bd/?a=&b=TUB>

Nass verbrannt

Mit einem neuen Verfahren werden Gasturbinen effizienter und für die Verbrennung von Biomasse tauglich gemacht

Nasse Verbrennung? Das klingt zunächst nach einem unlösbaren Widerspruch. Schließlich lernt jedes Kind: Wasser löscht Feuer. Doch genau am Prinzip der nassen Verbrennung forscht Oliver Paschereit, Leiter des Fachgebietes für Experimentelle Strömungsmechanik an der TU Berlin. In einer Gasturbine wird die Energie eines heißen Gases in mechanische Energie umgewandelt. Angesaugte Luft wird in einem Kompressor verdichtet und strömt in eine Brennkammer. Dort wird der Brennstoff verbrannt, wobei sich die Temperatur erhöht. Während

das heiße Gas auf einen niedrigen Druck entspannt wird, treibt es die Turbinenschaufeln an.

Hinsichtlich der Effizienz sind herkömmliche Turbinen mittlerweile am Limit angekommen. Um diese weiter zu steigern, müsste die Verbrennungstemperatur erhöht werden. „Aber die Werkstoffe der Turbine würden noch höhere Temperaturen nicht mehr aushalten“, sagt Paschereit. Und durch eine noch aufwendigere Kühlung würde der Betrieb einer Turbine schnell unwirtschaftlich, zumal heute schon viel Energie in die Küh-

lung der Materialien mit Hilfe von Luft und Dampf gesteckt wird.

Aber noch ein zweites Problem bringen höhere Verbrennungstemperaturen mit sich: mehr Schadstoffe, vor allem Stickoxide. Die entstehen bei der Verbrennung, sind für sauren Regen und Smog mitverantwortlich und richten Schäden an Gebäuden an.

Diesen Nachteile will das Forscherteam um Paschereit mit dem Prinzip der nassen Verbrennung bekommen. Dabei spielt Wasserdampf eine entscheidende Rolle. „Bereits mit geringen Dampfmenigen ist es möglich, den Wirkungsgrad zu steigern“, sagt der Ingenieur. Er will aber eine „extreme“ Menge von Wasserdampf einsetzen. „30 Prozent Dampf wurden in ersten Versuchen erreicht, ohne dass die Flamme in der Brennkammer erlosch“, berichtet der wissenschaftliche Mitarbeiter Sebastian Göke. Diesen Nachweis zu liefern, gelang weltweit erstmals in der Arbeitsgruppe von Paschereit.

Bei herkömmlichen Gasturbinen wird nur etwa die Hälfte der aufwendig verdichteten Luft für die Verbrennung genutzt. Bei der neuen Technik dagegen kommt nahezu die gesamte Luftmenge zum Einsatz. Weil so weniger Energie in die Verdichtung gesteckt werden muss, wird der Wirkungsgrad der Turbine erhöht. Zusätzlich steigt der Wirkungsgrad dadurch, dass die Wärme des Abgases nicht wie bisher in die Umgebung verpufft, sondern für die Erzeugung des Dampfes genutzt wird.

Heutige Turbinen wandeln nur etwa ein Drittel der Energie, die bei der Verbrennung des Gases freigesetzt wird, tatsächlich in Strom um. Der Rest geht entweder als Abwärme verloren oder lässt sich nur nutzen, wenn zusätzlich zur Gasturbine ein viel komplexerer Dampfkreislauf gebaut wird. Bei der ultraschnellen Verbrennung sollen diese beiden Prozesse – die Verbrennung des Gases und die Nutzung der Abwärme – in nur einer Maschine ablaufen, die sich so nicht nur einfacher und billiger bauen lässt, sondern zudem effizienter arbeitet.

Solche Gasturbinenkraftwerke würden die begrenzten fossilen Ressourcen schonen, weil im Verfahren der nassen Verbrennung auch wasserstoffhaltige Brennstoffe, zum Beispiel aus Bioabfällen, zur Energieerzeugung eingesetzt werden könnten. Damit könnte Energie auch preiswerter produziert werden, sagt der TU-Forscher.

Wenn die Berechnungen stimmen, steigert die nasse Verbrennung den Wirkungsgrad um 15 bis 20 Prozent. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass weniger Emissionen entstehen. Der Anteil giftiger Stickoxide im Abgas wird bei der nassen Verbrennung stark reduziert.

Der Europäische Forschungsrat (ERC) ist überzeugt von der Idee und hat Paschereit für die weitere Forschung einen „Advanced Grant“ zuerkannt. Dieser ist mit 3,14 Millionen Euro dotiert und mit dem bedeutendsten deutschen Forscherpreis, dem Leibnizpreis, vergleichbar.

DANIEL KASTNER



Heiße Sache. Oliver Paschereit (li.) und sein Kollege Sebastian Göke bei einem Test der nassen Verbrennung. Dabei wird dem Brennstoff zusätzlich Wasserdampf hinzugefügt, um die Effizienz von Turbinen zu erhöhen. Foto: TU Presse/Dahl

FORSCHUNGSPREIS

Auszeichnung für TU-Mathematiker



Ziegler

Berlin erhielt den renommierten Preis für seine Forschungsarbeit zu dem Phänomen der „Diskretisierung“.

Dabei werden mit mathematischen Methoden kontinuierliche Prozesse und Strukturen modelliert und damit der Analyse und der Berechnung im Computer zugänglich gemacht.

Günter M. Ziegler wurde 2001 mit dem Leibnizpreis ausgezeichnet, dem bedeutendsten deutschen Forscherpreis, und erhielt für sein Engagement in der Wissenschaftskommunikation, etwa beim Jahr der Mathematik, 2008 den „Communicatorpreis“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

pp