

Fortschritt beflügeln

Maricruz Sanchez-Sanchez und Gerhard Mestl sprechen über ihre gemeinsame Forschung in Sachen Katalyse im Rahmen von MuniCat und erläutern, warum diese Arbeit nicht nur die Chemie, sondern auch die Welt verändern könnte.



Maricruz Sanchez-Sanchez
Wissenschaftlerin am Zentralinstitut
für Katalysatorforschung der Techni-
schen Universität München (TUM)

Gerhard Mestl
Leiter Oxidations-Katalysatoren
bei Clariant



125

Clariant ist weltweit an mehr als 125 Partnerschaften in Wissenschaft und Forschung beteiligt.



Zuerst einmal: Glückwunsch an Sie beide! 2017 haben Sie renommierte Auszeichnungen für Ihre Fortschritte auf dem Gebiet der Katalyse erhalten. Frau Sanchez-Sanchez, Sie wurden mit dem Jochen-Block-Preis der Deutschen Gesellschaft für Katalyse ausgezeichnet, der herausragende junge Wissenschaftler würdigt.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Ja, vielen Dank. Das ist natürlich eine Ehre. Vor allem, da die Kandidaten für die Auszeichnung von anderen Wissenschaftlern vorgeschlagen werden.

Und Herr Mestl, Sie haben von der European Federation of Catalysis Societies (EFCATS) den EFCATS Applied Catalysis Award erhalten für, wie die Jury schreibt, »herausragende Einzelleistungen, wissenschaftliche Neuheit und technischen

Ein anderer Massstab

Katalytische Prozesse sind von vielen verschiedenen Variablen abhängig. Die Arbeit mit Kleinstmengen erlaubt Wissenschaftlern, freier zu experimentieren.

Erfolg in Forschung und Entwicklung sowie der Übertragung von Labor auf Grossanlagen«.

GERHARD MESTL Vielen Dank. Wenngleich ich nicht wirklich glücklich mit dem Begriff »Einzelleistungen« bin. Wir sprechen hier von der Gesamtleistung des Bereichs Selective Oxidation Catalysis, und zwar während der letzten zwölf, dreizehn Jahre. Wenn überhaupt, dann war meine Arbeit Teil einer Teamleistung.

Womit wir schon beim Thema Ihrer gemeinsamen Forschungstätigkeit bei MuniCat wären. Woran genau arbeiten Sie hier gemeinsam?

GERHARD MESTL MuniCat untersucht und entwickelt neue oder verbesserte Katalysatoren. Wir beide arbeiten auf dem Gebiet der selektiven Oxidation.

Wo kommen Produkte zum Einsatz, die mithilfe dieser Art von Reaktion hergestellt wurden?

GERHARD MESTL Wir sprechen hier von Zwischenprodukten, von denen die meisten in der Polymerproduktion, wie zum Beispiel Nylon, verwendet werden.

Was macht die selektive Oxidation so überaus nützlich?

GERHARD MESTL Grundsätzlich ist das thermodynamische Endergebnis jeder Oxidation CO_2 . Immer dann, wenn man das Ergebnis einer Oxidation nicht vollständig kontrollieren kann, entsteht CO_2 als Abfallprodukt. Durch selektive Oxidation kann man das im besten Falle vermeiden und mehr vom gewünschten Produkt erhalten.

Woran arbeiten Sie aktuell?

GERHARD MESTL Einer der Prozesse, den wir momentan entwickeln, könnte angewendet werden, um Ethan in Ethylen umzuwandeln.

Warum ist das wichtig?

GERHARD MESTL Ethan ist nach Methan der zweithäufigste Kohlenwasserstoff in Schiefergas. Und Ethylen wird für eine Vielzahl industrieller Produkte verwendet – am bekanntesten ist hier Polyethylen, der gängigste Kunststoff weltweit.

Welchen Vorteil bringt hier die Katalyse?

GERHARD MESTL Heute wird Ethylen in Cracking-Anlagen unter Einsatz von Erdöl oder seinen Nebenprodukten und mit ungeheurem Energieaufwand produziert.
MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Für unseren alternativen Prozess wäre nur ein Bruchteil dieser Energiemenge

nötig. Vor allem aber gelangt nahezu der gesamte Kohlenstoff des Ethans in das Ethylen, sodass – wenn überhaupt – nur ein sehr geringer Teil zu CO₂ umgewandelt wird.

Cracking ist eine riesige und bestens etablierte Industrie. Wie hoch sind die technologischen Hürden für Ihr Verfahren?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Cracking-Anlagen müssen riesig sein, wenn ihr Betrieb ökonomisch sein soll. Aus diesem Grund befinden sie sich häufig in der Nähe globaler Zentren der petrochemischen Industrie. Ethan dagegen ist meist an entlegenen Orten zu finden. Daher wird es nur selten als chemischer Rohstoff verwendet und häufig einfach vor Ort verbrannt. Unser Prozess funktioniert bestens auch in viel kleinerem Massstab und könnte überall dort angewendet werden, wo Schiefergas vorkommt.

Das hört sich sehr vielversprechend an. Gehen Sie auch chemisch gesehen neue Wege?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Das Katalysator-Material ist, was seine Zusammensetzung betrifft, nicht neu. Aber es ist sehr stark optimiert.

GERHARD MESTL Es sind Metalloxide beteiligt, wobei die Hauptkomponenten Molybdän, Vanadium, Niobium und Tellur sind.

Das klingt exotisch und kostspielig ...

GERHARD MESTL Das ist es auch. Daher haben wir eine Synthesemethode entwickelt, wodurch die Anwendung dieser Materialien sehr effizient wird. Bei der Kristallisierung unserer Materialien im Labor enthält das

verbleibende Wasser keine Restmetalle. Das ist enorm wichtig, wenn man Tonnen oder gar Tausende Tonnen produzieren will.

Da wir gerade von grossen Mengen sprechen: wie schwer ist es, Laborergebnisse in industrielle Prozesse zu überführen?

GERHARD MESTL Das ist praktisch unsere grösste Herausforderung. Nicht alles, was im Labor funktioniert, ist auch in industriellem Massstab machbar. Eine unserer grössten Leistungen bei Clariant ist es beispielsweise, dass wir präzise strukturierte katalytische Oberflächen mittels Beschichtungstechnik auf ein keramisches Stützmaterial aufbringen können. Das ist alles gut und schön. Aber sowohl die keramische Struktur als auch die katalytische Oberfläche müssen dann auch den Sturz aus einer Höhe von etwa sechs Metern in das Reaktionsrohr überstehen, bevor sie ihre Funktion erfüllen können.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Das ist ein gutes Beispiel für einen Aspekt, an den ein Forscher im Labor überhaupt nicht denken würde, wäre da nicht die enge Zusammenarbeit mit einem Partner aus der Industrie.

Wie oft treffen Sie beide sich eigentlich?

GERHARD MESTL Mindestens einmal monatlich. Wir sprechen über unsere aktuellen Ergebnisse und halten uns gegenseitig auf dem Laufenden.

Wer ist auf beiden Seiten beteiligt?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Bei uns an der TUM wären das zum einen ich selbst, die Leiter beider involvierten Abteilungen und die Doktoranden der



ÜBER MUNICAT

MuniCat, die Münchner Forschungsallianz zum Thema Katalyse zwischen Clariant und der Technischen Universität München (TUM), ist eine strategische Partnerschaft zwischen einer der führenden Universitäten Europas und Clariant, einem Unternehmen, das weltweit führend ist in Spezialchemie und Katalysatoren.

Die Partnerschaft wurzelt in einer langen Tradition gemeinsamer Forschungsprojekte zwischen der TUM und dem Unternehmen. Seit seiner Gründung im November 2010 hat MuniCat Experten von beiden Seiten für Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich industrieller Katalyse zusammengeführt. Bislang gingen über 100 wissenschaftliche Publikationen und ein Dutzend Patente aus MuniCat hervor. **»Es ist uns gelungen eine hochproduktive Gruppe zu bilden«,** sagt Prof. Dr. Richard Fischer, Koordinator für MuniCat bei Clariant und Professor für Industrielle Katalyse an der TUM. Das Ziel der gemeinsamen Forschungsarbeit von etwa 100 beteiligten Personen ist es, katalytische Prozesse

besser zu verstehen und neue Katalysatoren zu entwickeln. **»Unsere Arbeit in MuniCat hat zu diversen Verbesserungen etablierter Prozesse sowie zu bahnbrechenden Erkenntnissen und vollständig neuen katalytischen Lösungen geführt«,** sagt Fischer. »Einige der Innovationen dienen der Rückgewinnung und Nutzung von CO₂ aus Industrieabgasen. So haben wir beispielsweise einen nachhaltigen Prozess entwickelt für die Umwandlung von CO₂ in Methan, das sich zur Einspeisung in das Erdgasnetz eignet.«

Die wissenschaftliche Forschung konzentriert sich im Zentralinstitut für Katalysatorforschung der TUM in Garching nördlich von München. MuniCat hat enge Verbindungen mit zwei der Katalyse-Forschungsstandorte von Clariant, einem davon in Heufeld, etwa eine Stunde südlich des Zentralinstituts, und einem in Louisville, Kentucky. Clariant fördert MuniCat mit jährlich bis zu zwei Millionen Euro und plant diese Kooperation auch über das planmässige Vertragsende im Jahr 2022 hinaus fortzusetzen.



Richard Fischer
Koordinator
MuniCat und
Professor
an der TUM

35

Seit der Gründung im Jahr 2010 haben
35 Doktoranden für MuniCat gearbeitet.

einzelnen Projekte. Während eine Abteilung mit der experimentellen Arbeit, den katalytischen Tests und der Charakterisierung von Proben befasst ist, arbeitet die andere an Simulationen und kinetischen Modellen, bei denen unsere Daten angewendet werden.

GERHARD MESTL Clariant entsendet etwa die gleiche Anzahl an Personen. Dazu gehören unsere Forscher und Entwickler ebenso wie Personen aus anderen Abteilungen, wie Vertrieb und Marketing, die immer dann unterstützen, wenn wir potenzielle Kunden einbeziehen können – was bei einigen Projekten bereits der Fall ist.

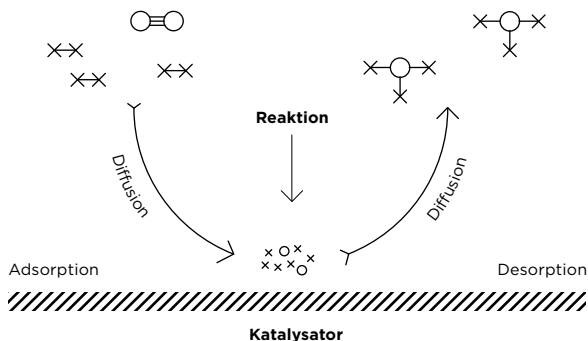
Inwiefern profitiert Clariant von der TUM?

GERHARD MESTL Maricruz und ihre Kollegen an der Universität arbeiten in einem komplett anderen Massstab. Sie können viel mehr Katalysatoren testen, als uns das je möglich wäre. Um einen katalytischen Prozess zu



WAS IST KATALYSE?

Ganz allgemein bezeichnet Katalyse eine chemische Reaktion, die durch eine zusätzliche Substanz optimiert wird. Der Katalysator selbst wird bei der Reaktion nicht verbraucht. Katalysatoren werden bei industriellen Anwendungen verwendet, um die Reaktion zu beschleunigen, die benötigte Energie zu reduzieren oder um höhere Mengen des gewünschten Produktes zu erzielen. Viele der heute industriell angewendeten Reaktionen wären ohne Einsatz spezieller Katalysatoren entweder physikalisch unmöglich oder unwirtschaftlich. Die Wirkung zu maximieren, die Selektivität (d. h. den gewünschten Ertrag ohne Nebenprodukte) zu steigern und die Lebenszeit eines Katalysators zu verlängern, ist anspruchsvolle Arbeit – aber sehr lukrativ.



optimieren, können wir die Konzentration, die Zeit, die Temperatur, den Druck sowie die beteiligten Materialien ändern. Auf diese Weise erhält man viele Variablen und ein breites Spektrum an Möglichkeiten, in denen man sich verlieren kann. Durch ihre Arbeit hier an der Universität an diesem Spektrum möglicher Katalysator-Formulierungen können wir das Experimentieren mit einzelnen Variablen deutlich verringern.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Bedenken Sie aber bitte, dass wir nicht einfach alle möglichen Kombinationen ausprobieren. Wir analysieren, was wie funktioniert und können so die relevantesten Parameter ermitteln. Auf diese Weise können wir unsere Experimente besser auf vielversprechende Bereiche konzentrieren.

GERHARD MESTL Ich bin auch der Meinung, dass Innovation nur dann geschieht, wenn kluge Köpfe zusammenkommen und Ideen austauschen. Wir profitieren enorm von unseren Diskussionen mit Maricruz und ihrem Team hier an der TUM. Durch MuniCat haben wir auch Zugang zu Leuten und wissenschaftlichen Ressourcen, die selbst ein globales Unternehmen wie Clariant niemals vorhalten könnte. Die Tiefe und Breite, in der wir die Katalyseforschung mit der TUM betreiben, erfordert profunde Kenntnisse in Bezug auf Oberflächen und Eigenschaften bis auf die atomare Ebene. Dafür verwenden wir Elektronenmikroskopie und sogar Teilchenbeschleuniger in ganz Europa.

Und wie profitiert Ihre Forschung von dieser Kooperation, mal abgesehen von den bereitgestellten Geldmitteln?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Diese Art industrieller Forschung stellt Wissenschaftler vor interessante Herausforderungen. Sie zwingt uns, mit praxisbezogenen Einschränkungen zu arbeiten und machbare Lösungen zu finden.

Behindert das nicht Ihre Arbeit? Wie steht es mit der Freiheit der Forschung?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Mit bestimmten Einschränkungen zu arbeiten, hat meiner Ansicht nach einen ganz eigenen wissenschaftlichen Reiz. Und unsere Arbeit wird so auch für die Aussenwelt relevanter.

Können Sie uns ein Beispiel nennen?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Viele der heute in Katalysatoren verwendeten Metalle sind relativ selten und teuer. Unternehmen versuchen also, die benötigte Menge zu reduzieren oder ersetzen einzelne Metalle ganz mit kostengünstigeren Alternativen.

GERHARD MESTL Es gibt auch Metalle, die umweltspezifische, soziale oder sogar geopolitische Nachteile mit sich bringen. Zum Beispiel, wenn man diese Metalle nur in politisch instabilen Regionen oder unter unmenschlichen Arbeitsbedingungen abbauen kann.



Profunderes Verständnis

Versuche und experimentelle Daten liefern Erkenntnisse und begleiten die Forschung bei MuniCat. Theoretische Modelle sorgen für ein besseres Verständnis der beteiligten Mechanismen.



Starke Partnerschaft

Die Forschungscooperation MuniCat ist Teil des neuen Zentralinstituts für Katalysatorforschung.

Clariant würde nie auf derartige Materialien bauen.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Während wir also diese Materialien im Labor durchaus testen können, um Neues über katalytische Prozesse zu erfahren, ist es für unsere Arbeit an neuen industriellen Prozessen auch entscheidend zu wissen, was ein Unternehmen wie Clariant denn überhaupt anwenden würde und was nicht.

Wie wichtig sind Ihre Arbeit und die industrielle Katalyse generell für die Gesellschaft?

GERHARD MESTL Man sagt, dass über 90 % aller Industrieerzeugnisse während ihrer Herstellung mindestens einen katalytischen Schritt durchlaufen haben. Ohne Katalyse wären viele chemische Reaktionen, die für uns unverzichtbar sind, nicht wirtschaftlich oder sogar völlig unmöglich.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Katalyse kann uns helfen, einige der grössten Probleme zu lösen, mit denen die Gesellschaft oder sogar die gesamte Menschheit heute konfrontiert ist. Sie kann uns helfen, alternative Material- und Energieressourcen zu erschliessen.

Hat Sie das Forschungsgebiet deshalb gereizt?

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Natürlich ist die Katalyse besonders interessant, weil damit möglicherweise die wirklich grossen Probleme gelöst werden könnten. Sie hat einen ökologischen Aspekt und ist für viele Branchen ein leistungsstarkes Werkzeug. Aber sie berührt auch sehr grundlegende Fragen der Wissenschaft und hält viele interessante Rätsel bereit, die es zu lösen gilt.

Und welchen Durchbruch erhoffen Sie sich in den nächsten zehn Jahren konkret von der Katalyse?

GERHARD MESTL Ich glaube nicht, dass es uns um diesen einen grossen Wurf gehen sollte. Einige sehr schlaue Leute haben in den vergangenen 150 Jahren auf dem Gebiet der Katalyse gearbeitet. Alle leicht umzusetzenden Dinge wurden schon erreicht. Fortschritt und Veränderung sind eher noch in kleineren Schritten zu erwarten. Nur als Beispiel: Ein Selektivitätsgewinn im einstelligen Prozentbereich für einen bestimmten industriellen Prozess kann einem Hersteller leicht eine zusätzliche Million Dollar pro Jahr einbringen. So wird unsere Lebensweise auch durch graduelle Effizienzsteigerungen und neue Anwendungen von erneuerbaren Rohstoffen nachhaltiger.

MARICRUZ SANCHEZ-SANCHEZ Abgesehen davon ist die Katalyse auch ein Schlüsselfaktor, um CO₂ zurückzugewinnen und es entweder direkt als chemischem Rohstoff oder als Energiequelle zu verwenden. Ein Prozess wie die künstliche Photosynthese – an der einige Institute arbeiten – könnte gewaltige Auswirkungen haben, nicht nur technologisch, sondern auch geopolitisch. So gesehen kann Katalyse also wirklich die Welt verändern.