

Internationales Jahr IYC 2011 der Chemie: „Chemie - unser Leben, unsere Zukunft“

Das Motto bei ETH/ Universität Zürich lautet: «Kulturleistung Chemie»

Am 30. Dezember 2008 beschloss die 39. UN-Generalversammlung in New York, das Jahr 2011 als «Internationales Jahr der Chemie» zu nominieren. Mit der Koordinierung aller Aktivitäten wurden UNESCO und die IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) beauftragt. Schwerpunktthemen werden die Beiträge der Chemie zu nachhaltiger Entwicklung sowie neuartige Energiequellen sein, auch soll an die Errungenschaften der Chemie erinnert und über ihre Chancen und Risiken informiert werden.

Das IYC fällt mit zwei markanten Jubiläen zusammen: Marie Curie erhielt 1911 als erste Frau im Fachgebiet Chemie einen Nobelpreis. Im gleichen Jahr wurde auch die IACS (International Association of Chemical Societies), die Vorläuferorganisation der heutigen IUPAC, gegründet. Ebenfalls ist es 100 Jahre her, dass Ernest Rutherford seine Theorie über die Atomstruktur mit Hülle und Kern veröffentlichte, Heike Kamerlingh Onnes die Erscheinung der Supraleitung an einem dünnen Quecksilberfaden bei 4,1 K beobachtete und Joseph John Thomson seinen ersten Massenspektrographen baute.

2011 sind weltweit Partnerschaften mit Schulen, Museen, Industrie und Behörden und auch nationale Chemietage und Ausstellungen geplant. Zudem sollen speziell auf die Leistungen von Frauen in der Chemie hingewiesen und an jedem Tag über einen Meilenstein der Chemie publiziert werden. Bei den Veranstaltungen sollen grundlegende Ideen verfolgt werden: erdumspannende Experimente wie beispielsweise pH-Wert-Messungen von Wasser oder Boden überall auf der Welt, Würdigung nationaler Errungenschaften der Chemie und koordinierte internationale Chemietage. (www.chemistry2011.org)

Die Schweizerische Chemische Gesellschaft (SCG), die «Platform Chemistry» der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (PFC-SCNAT) und der Industrieverband SGCI Chemie Pharma Schweiz schlossen sich daraufhin zusammen, um die Aktivitäten der teilnehmenden Organisationen in der Schweiz über einen Veranstaltungskalender im Internet bekannt zu machen. (www.chemistry2011.ch)

Im Juni wird das D-CHAB seine Veranstaltungsaktivitäten in Kooperation mit dem D-MATL und dem Fachbereich Chemie-Biochemie (FCB) der Universität Zürich durchführen. Dabei werden möglichst alle Bevölkerungsgruppen im Raum Zürich angesprochen, nicht nur die Alumni und Mitglieder der Departemente sowie die Öffentlichkeit mit Familien, Schülern, Lehrern, sondern auch Medien, Politik oder Behörden.

Veranstaltungsüberblick

1. Juni 2011: Eröffnungsveranstaltung «VISION» (deutschsprachig, für geladene ETH- und Universitäts-Angehörige) in der Calatrava-Bibliothek mit moderierter Diskussion sowie Kurzreferaten von Prof. Ernst-Peter Fischer aus Konstanz und emer. Prof. Peter Seebach vom D-CHAB, anschliessend Apéro

8. Juni 2011: Collegium Helveticum/D-CHAB-Diskussionsforum: Chemie und ihr Einfluss auf die Architektur und die Bildenden Künste (mit Prof. Gerd Folkers, Prof. Detlef Günther, Prof. Uta Hassler, Dr. Michael Matile, Prof. Walter Steurer, Dr. Carlo Thilgen)

18. Juni 2011: «Tag der Chemie» (TdC)

I) Programm Höngrgerberg: «Wirkstoffe, Werkstoffe, Naturstoffe» (15-22 Uhr) mit: Laborfun: Selber experimentieren für Kinder und Besuch von «Globi» // Musik-Synthese mit Daniel Fankhauser // Molekulares Kochen // Comedyshow mit Fabian Unteregger // Vorträge und Laborrundgänge zu den Schwerpunktthemen // Abschliessend: Experimentalshow // PSE-Mosaik

II) Programm Irchel: «Farbstoffe, Duftstoffe, Kunststoffe» (15-23 Uhr) Vorträge zu Farb-, Duft- und Kunststoffen und ihr Bezug zu Kunst, Ökonomie, Geschichte // Abendliches Barbecue // Vorlesung zur Geschichte des Feuerwerkes // Herstellen von Feuerwerkskörpern // Abschlussfeuerwerk

23. Juni 2011 Diskussionsforen auf dem SCHIFF, 3 Themen zu je 2 Stunden, moderierte Podiumsdiskussion mit Experten und eingeladenen Gästegruppen // 16-18 Uhr **Nanotechnologie und Unterricht** (Federführung D-CHAB) // 18-20 Uhr Thema **Kulturleistung und Chemiegeschichte** (Federführung Uni) // 20-22 Uhr: Thematik **Hochschule und Wirtschaft (Wasser, Gesundheit, Energie)** (Uni/ETH gemeinsam)

KULTURLEISTUNG CHEMIE



Als Werbemassnahmen in Druckform sind Programmflyer in den rund 600 Trams und Bussen der VBZ sowie eine Sonderausgabe mit Berichten, Interviews und Programmhinweisen in der Quartierszeitung «Lokal Info AG» zum Tag der Chemie am 18. Juni 2011 in Zürich geplant.

Um der Bevölkerung nicht nur Wissenswertes über die Chemie und die Chemiker/Innen zu vermitteln, wird eine Webseite mit allen Informationen zu den Veranstaltungen, Wettbewerben und nützlichen Links aufgeschaltet. (www.kulturleistungchemie.ch) Es werden T-Shirts und zum Sammeln Magnetteile mit Darstellungen einzelner Elemente aus dem Periodensystem angeboten sowie Ausdrücke des kompletten PSE. Jedes Mitglied des D-CHABs/D-MATLs ist eingeladen, aktiv zum Gelingen der Veranstaltungen beizutragen.

Kommissionsmitglieder, Spezialverantwortung:

Antonio Togni (LAC - Leitung)
Claudia Sigel (D-MATL - Magnetteile, Give aways)
Roger Schibli (IPW - Molekulares Kochen)
Erich Meister (Kindernachmittag, Experimente)
Lisa Mark (Assistenz Öffentlichkeitsarbeit)
Katharina Keller (VCS - Bar, Aktivitäten des VCS)
Samuel Halim (ICB - Webseite)
Gunnar Jeschke (LPC - Laborstationen)
Otmar Dossenbach (D-CHAB - Laborstationen)
Barbara Brauckmann (D-CHAB - Koordination - Printprodukte, Infrastruktur, Posterausstellung)
Bruno Bernet (LOC - Periodensystem)
 Beschlüsse Programminhalte etc.: **alle**
 Agentur - Layout: **Michael Häne, Zürich**
 Unterstützung Medienkontakte, ETH life, ETH Globe: **HK der ETH Zürich**



International Year of
CHEMISTRY
 2011



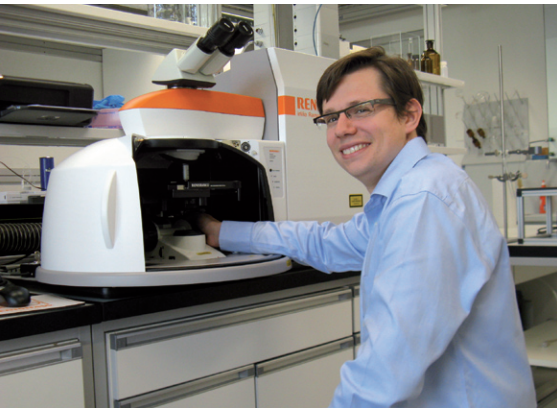
MOLEKÜL: Publikation der Öffentlichkeitsarbeit D-CHAB
www.chab.ethz.ch/publicrelations
 Texte, fast alle Fotos von **Dr. Barbara Brauckmann**
 Abbildungen: von Professoren
 Layout: **Lisa Mark**
 für eine bessere Lesbarkeit wird im Text häufig nur die männliche Wortform verwendet.

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
 Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Prof. Dr. Ivo Hermans, Katalytische Systeme, Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften

„Nanometergrösse <hot spots> können katalytische Reaktionen beeinflussen“



„Wir befassen uns unter anderem intensiv mit einer für die chemische Industrie massgeblichen Modellreaktion, der Cyclohexan-Autoxidation. Cyclohexan selbst wird hauptsächlich durch Hydrierung von Benzol gewonnen, aber auch aus Erdöl isoliert. Die farblose Flüssigkeit dient als Lösungsmittel und insbesondere als Grundstoff in der Synthese und kann bezüglich ihrer Eigenschaften auch als Modellsubstrat für andere Kohlenwasserstoffe angesehen werden. Im Allgemeinen werden über kontrollierte Autoxidationen mit molekularem Sauerstoff zunächst Hydroperoxide gebildet, die zu Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren weiterreagieren können“, erklärt Prof. Dr. Ivo Hermans. „Mit dieser Syntheseart lassen sich wertvolle Zwischenprodukte wie Terephthalsäure, Cyclohexanon und Adipinsäure gewinnen.“

Terephthalsäure wird hauptsächlich zur Herstellung von gesättigten Polyestern verwendet, grösstenteils zur Produktion des Kunststoffes Polyethylenterephthalat (PET). Cyclohexanon spielt, ähnlich wie Adipinsäure, eine Schlüsselrolle bei der Erzeugung von Nylon. Auch Duftkomponenten wie beispielsweise Verbenon oder Myrtenol lassen sich mit dieser Technik synthetisieren, ausgehend von günstigen und leicht erhältlichen natürlichen Rohstoffen wie Pinen.

„Das Umsetzungsprinzip dabei ist zwar schon lange bekannt, aber noch immer nicht komplett verstanden. Wir nehmen an, dass bestimmte Reaktionsmechanismen und Zwischenstufen übersehen wurden, die für eine bessere Selektivität und eine geeignetere, preisgünstige Prozessführung aus-

genutzt werden könnten. Daher beschäftigen wir uns nicht nur mit der experimentellen chemischen Kinetik, sondern modellieren ausgewählte Reaktionsmechanismen. Das Zusammenspiel von theoretisch berechneten Vorhersagen und experimentellen Fakten führt zu einem grundlegenden Verständnis des Reaktionsablaufs.“

Dass ihn schon in den Jahren seines Studiums interessierte, wie autokatalytische Reaktionen zustande kommen und wie deren Kinetik verläuft, geht vor allem auf seine Beschäftigung mit der Atmosphärenchemie in Zusammenarbeit mit der European Space Agency (ESA) zurück. „Dort wurde ein Spaceshuttle geplant, welcher sich aber beim Eintauchen in die Atmosphäre selbstbeschleunigt aufheizte, weil durch die katalytisch wirkende Oberfläche energieliefernde Radikalreaktionen gefördert wurden. Durch die dann entstehende, grosse Hitze wurde die Oberfläche der Raumfähre angegriffen. Da wollte ich wissen, inwieweit sich das Material verändern lässt, dass es jene unerwünschten Reaktionen hemmt.“

An der Faculty of Bioscience Engineering (FBSE) der katholischen Universität Leuven widmete sich der Chemiker daraufhin verstärkt dem Prozessengineering von Oberflächenwissenschaften und Katalyse. Auch war ihm die Verbindung der Angewandten Biowissenschaften mit den Technischen Prozessen ein Anliegen.

Nach seiner Dissertation 2006 in physikalischer Chemie über die selektive katalytische Oxidation von Kohlenwasserstoffen beschäftigte er sich während seiner Post-Doc-Zeit bei Prof. Alfons Baiker an der ETH Zürich mit der <Supercritical Fluid Extraction>. „Überkritische Lösungsmittel erhöhen die Reaktionsgeschwindigkeiten und Katalysatorlebenszeiten, indem sie Stofftransportwiderstände erniedrigen. Auch erleichtern sie die Trennung von Produkt und Lösungsmittel“, fügt der Chemiker an. Sein Postgraduierten-Diplom in Business Administration der Leuven School of Business and Economics verknüpfte wissenschaftliche Ausbildung mit ökonomischem Hintergrundwissen. Da ihm die Freiheit der akademischen Forschung unverzichtbar erscheint, nahm er im Frühjahr 2008 eine Assistenzprofessur für heterogene Katalyse am D-CHAB an.

„Eine besondere Herausforderung stellt die selektive Oxidation mit O₂ dar“

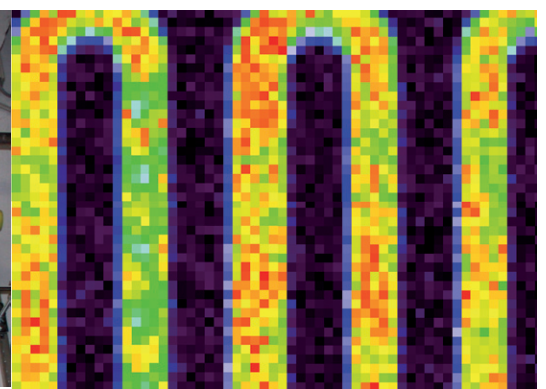
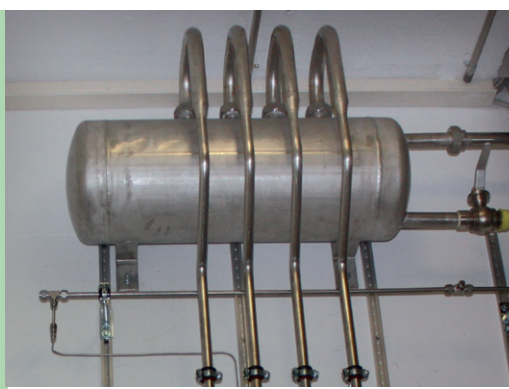
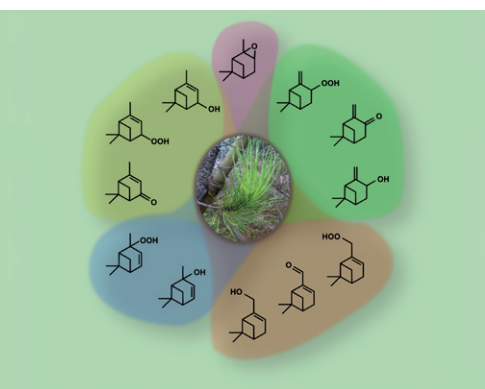
„Die Schwerpunkte meines Forschungsteams hier sind die Konstruktion und grundlegende Untersuchungen selektiver katalytischer Systeme. Die gefundenen molekularen Modelle sollen an thermostabilen, aktiven Katalysatorsystemen getestet werden, die beispielsweise immobilisierte Schwermetalle enthalten. Das können je nachdem Kupfer, Cobalt, Palladium, Platin oder Chrom sein“, legt er dar. „Titankatalysatoren besitzen oft zu kleine Poren und um Vergiftungen durch kohlenstoffartige Niederschläge möglichst auszuschliessen, müssen wir die mikroskopischen Materialeigenschaften genauestens kennen.“

Für die kinetischen Untersuchungen verwendet sein Forschungsteam je nach Bedarf sowohl feine, gläserne Mikroreaktoren mit Volumen von lediglich 10 µl, als auch grosse Hochdruckreaktoren mit dicken Wänden aus Edelstahl.

„Bei Hochdruckreaktionen, bei denen hochreaktive Radikale und Peroxide als Zwischenstufen auftreten, ist der Reaktor mit einer Berstscheibe gesichert. Hochempfindliche Sensoren steuern die Temperatur und den Druck im Reaktor. Es ist unabdingbar, die Sicherheit von Personal und Material zu gewährleisten, trotz der hohen Energiedichte im System. Wir verfügen hier an der ETH über eine erstklassige Infrastruktur, von der viele Forscher nur träumen können.“

Bedingt durch kettenartige Mechanismen, bei denen nach einem Reaktionsschritt oft unmittelbar zwei bis drei weitere Reaktionsschritte folgen, entstehen in den Flüssigkeiten mikroskopisch kleine Bereiche, in denen kurzzeitig und lokal beschränkt sehr hohe Temperaturen auftreten.

„Diese nanometergrossen Areale werden <hot spots> genannt. Sie haben einen wesentlichen Einfluss auf das Geschehen der Reaktion, insbesondere auf die Selektivität der Produkte“, betont Hermans. „Zunächst glaubte man mir diese Erklärung nicht, weil man die damals unverständlichen Beobachtungen auf spezielle Neben- oder Zwischenprodukte zurückführte. Damit wird deutlich, wie wichtig es ist, die molekularen Vorgänge hinter dem Engineering genau zu kennen!“



Prof. Dr. Bernhard Jaun, Leiter des Kernresonanzlabors und einer physikalisch-organischen Forschungsgruppe, LOC

Nickelhaltige Enzyme in Mikroorganismen beeinflussen die Klimaentwicklung

„Weltweit produzieren methanbildende Archäen (Archaea, früher Archaeobakterien) aus H_2 und CO_2 oder Acetat jährlich etwa 1 Milliarde Tonnen Methan. Zwar wird ein Grossteil des in der Biosphäre produzierten Gases von anderen Mikroorganismen rückoxidiert, doch hat sich seine Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 250 Jahren verdoppelt. CH_4 wirkt als Treibhausgas rund 50 Mal stärker als CO_2 und nimmt dadurch Einfluss auf die Klimaerwärmung“, verdeutlicht Bernhard Jaun, dessen Projekte sich vorwiegend mit biologisch relevanten Fragestellungen befassen. Zusammenhänge von Kohlenstoffkreislauf, Stoffwechsel von Archäen und Enzymmechanismen faszinieren ihn besonders. Solche Vorhaben sind üblicherweise interdisziplinär angelegt und so kooperieren er und seine Doktoranden nicht nur mit anderen ETH-Forschern, sondern seit vielen Jahren auch mit deutschen Mikrobiologen.

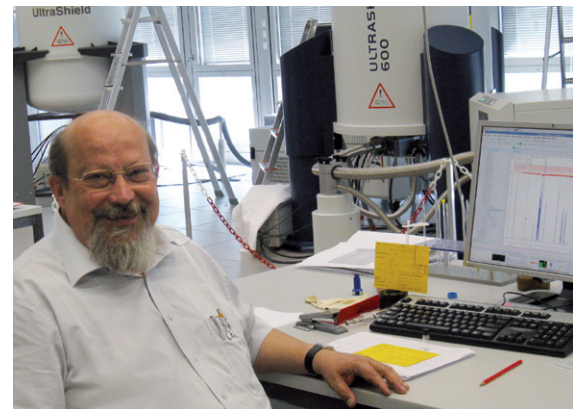
Archäen sind entwicklungsgeschichtlich sehr alt und unterscheiden sich in vielen Merkmalen von den Bakterien (Eubacteria) und den Eukaryonten. Die biologische Methanbildung durch die anaeroben Archäen, welche in sauerstofffreien Schichten von Süswassersedimenten, Sümpfen oder Reisfeldern, aber auch im Pansen von Wiederkäuern, im Termitendarm sowie in den Faultürmen der Kläranlagen leben, geschieht über etliche Schritte und mit mehreren nur in diesen Mikroorganismen vorkommenden Coenzymen. Dabei katalysiert das Schlüsselenzym MCR (Methyl-Coenzym M Reduktase) mit dem Nickel-haltigen Cofaktor F430 die eigentliche Methanbildung. „Trotz der über ESR Spektroskopie und Röntgenstrukturanalyse zum MCR-Enzym gewonnenen Informationen ist der Mechanismus dieser ungewöhnlichen Reaktion, welche in der nicht-enzymatischen Chemie noch nie beobachtet wurde, nach wie vor unbekannt.“

Wie verschwindet das Methan im Meer?

„Seit mehr als 50 Jahren wissen wir, dass in den tieferen Schichten der Meere wesentlich weniger Methan im Wasser gelöst ist, als aufgrund der bekannten Methanquellen und der Löslichkeit von Methan erwartet würde. In den Kontinentalabhängigen der Weltmeere gibt es auf über 10^6 Gigatonnen geschätzte Methan-Vorräte in Form von Clathraten (Methan-

eisschollen). Aus Messungen von Stoffkreisläufen wurde zwar vermutet, dass ein Prozess existiert, in dem Methan in grossen Mengen zusammen mit Sulfat zu CO_2 und H_2S umgesetzt wird, doch blieb lange ein Rätsel, welche Rolle daran beteiligte Organismen spielen.“ Erst vor wenigen Jahren wurden sowohl bei Methanquellen auf dem Meeresboden, als auch auf Clathraten Gemeinschaften von anaeroben methanotrophen Archäen (ANME) und sulfatreduzierenden Bakterien (SRB) entdeckt, die Methan mit Sulfat als Oxidationsmittel zu CO_2 oxidieren. Solche Mikrobengemeinschaften konnten als Ganzes im Labor unter am Meeresgrund herrschenden Bedingungen am Leben erhalten werden. Da aber nicht bekannt ist, wie die SRBs die Oxidationsäquivalente an die Methan oxidierenden ANME weitergeben, liessen sich keine Reinkulturen gewinnen. Aus den Mikrobengemeinschaften konnte jedoch ein Protein isoliert werden, welches ähnliche Eigenschaften wie die MCR aufweist und ebenfalls ein Nickel-Tetrapyrrol enthält.

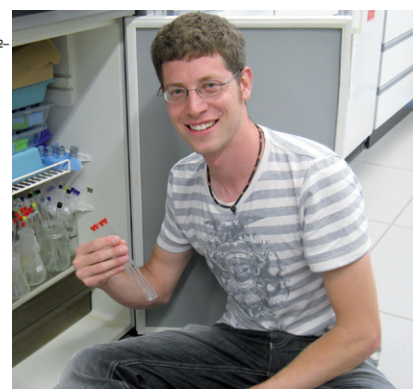
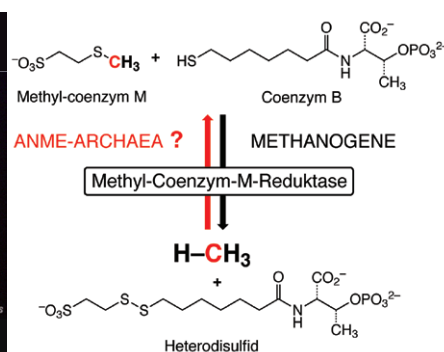
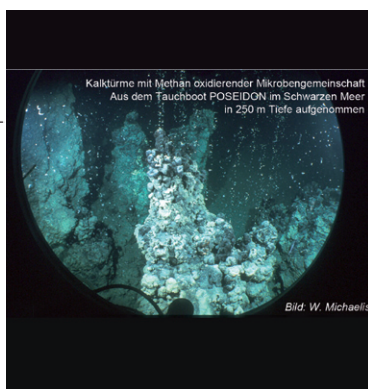
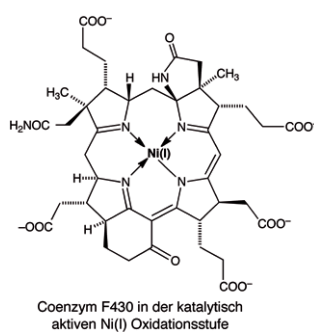
„Auch wenn die auf Methanbildung spezialisierten Methanogenen nicht befähigt waren, den Prozess umzukehren, vermutete man, dass die ANME Methan auf dem gleichen Weg und mit ähnlichen Enzymen oxidieren wie die Methanogenen das Methan herstellen, aber in umgekehrter Richtung“, erklärt Jaun. „Natürlich fragten wir uns, ob eine solch schwierige Reaktion wie die C-H-Aktivierung in Methan überhaupt ablaufen kann und genügend Energie liefert. Zusammen mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Rolf Thauer am Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie untersuchten wir, ob das Nickel-Enzym aus den Methanogenen die umgekehrte Reaktion katalysieren kann. Mein Doktorand Silvan Scheller hat sich dabei regelrecht vom Chemiker zum Enzymspezialisten «gemausert». Wir konnten nachweisen, dass mit dem stabilen Isotop ^{13}C markiertes Methan von MCR in den Methylthioether Methyl-Coenzym M, das Substrat der MCR in der methanbildenden Richtung, umgewandelt wird. Im NMR zeigte sich, dass das ^{13}C -Isotop dabei zum C-Atom der Methylgruppe am Schwefel wird. Die Enzymaktivität war vergleichbar mit derjenigen der Gemeinschaften aus ANME und SRBs. Damit ist zum ersten Mal die Hypothese der «umge-



kehrten Methanogenese» auf Enzymebene direkt bestätigt worden!“, freut sich Jaun.

Methan besitzt als einfachster Vertreter die stärksten C-H-Bindungen aller gesättigten Kohlenwasserstoffe und ist chemisch nur schwer anzugreifen. „Wenn solche Bindungen in der Natur funktionalisiert werden sollen, verwenden die entsprechenden Enzyme meist hochreaktive Eisen-Sauerstoff Komplexe oder Sauerstoffradikale. Die Verbrennung von Methan mit Sauerstoff verläuft nach erfolgter Initialzündung derart exotherm, dass in einer Kettenreaktion gleich alle C-H-Bindungen angegriffen werden und als Verbrennungsprodukt CO_2 entsteht“, stellt der Chemiker fest. „Bei der Suche nach chemischen Katalysatoren für die Umwandlung von Methan in Methanol stösst man auf ein ähnliches Problem: Die C-H-Bindungen von Methanol sind schwächer als diejenigen von Methan, und es ist deshalb schwierig, die Oxidation auf der Stufe des Methanols zu stoppen.“

In den letzten Jahren wurden allerdings Übergangsmetallverbindungen von Iridium, Platin und Rhodium gefunden, welche C-H-Bindungen aktivieren können, aber bisher keine Komplexe des wesentlich billigeren Nickels. „Es ist deshalb hochinteressant, dass die Natur für die Oxidation von Methan ohne Sauerstoff den Nickel-Komplex Coenzym F430 einsetzt. Die Bestätigung der «umgekehrten Methanogenese» eröffnet uns die Chance, den Mechanismus von beiden Richtungen her zu untersuchen, denn wir wissen nun: Was immer wir über die Katalyse der Methanbildung herausfinden, gilt auch für die C-H-Aktivierung und umgekehrt.“



Doktorand Daniel Fankhauser, Gruppe Prof. François Diederich, Organische Chemie, LOC

Schaltbare Containermoleküle: Nur <gastfreundlich> bei neutralem pH-Wert



„Containermoleküle weisen einen Hohlraum auf, in dem sie sogenannte Gastmoleküle beherbergen können. Dabei kann es sich um ganz unterschiedliche Verbindungen handeln, die jedoch eine passende Grösse aufweisen müssen. Durch Verändern des pH-Wertes lassen sich die zuvor eingelagerten Substrate wieder freisetzen“, berichtet Daniel Fankhauser. „Spannend erscheint mir hierbei vor allem der dynamische Schaltprozess.“

Der 1983 in Lausen (BL) geborene Chemiker war schon früh von den Naturwissenschaften fasziniert und begann 1999 zunächst eine Chemielaborantenlehre bei Bachem AG in Bubendorf. Dort war er vor allem auf dem Gebiet der Aminosäurekoppelungen tätig und gewann Einblicke in die Abteilungen Forschung, Entwicklung, Produktion und Analytik. Um mehr über Grundlagen und theoretische Hintergründe zu erfahren, begann er nach der Berufsmatura ein Chemie-Studium an der Fachhochschule. Schrittweise folgten Diplomarbeit an der Universität Basel in Kooperation mit der Novartis AG und das Chemie-Masterstudium an der ETH Zürich. Nach Abschluss der Masterarbeit in der Gruppe von Prof. Dr. François Diederich begann er bei ihm Ende 2009 mit seiner Doktorarbeit.

Der Forscher testete nach etlichen Voruntersuchungen mit verschiedenen Cavitanden (Hohlraumolekülen) die Komplexbildungsfähigkeit eines Resorcin[4]aren-Cavitanden gegenüber etwa 30 verschiedenen ali- und heterocyclischen <Gästen> wie Cyclopentan, Tetrahydrofuran, Pyrrolidin, Tetrahydrothiophen oder Morpholin. Bei Raumtemperatur

lagen die Cavitanden im Lösungsmittel Mesitylen ausschliesslich in der geschlossenen Form vor.

„Durch Zugabe von Säure werden die Moleküle aber in Konformere mit offenen Portalen umgewandelt, welche die Gäste wieder freisetzen. Die Protonierung von schwach basischen Stickstoffatomen des Wirtsmoleküls bewirkt, dass gegenüberliegend positive und sich abstossende Ladungen entstehen. Dadurch öffnen sich die Portale des Containers und die eingeschlossenen Gastmoleküle strömen heraus. Der Schaltvorgang ist durch eine Neutralisation der Säure vollständig umkehrbar. Ohne dass Bindungen gebrochen werden, kehrt der Wirt zu seiner früheren Konformation zurück, zeigt erneut Bindungsfähigkeit und schliesst seine Gäste wieder ein.“

Für den Aufbau eines einfachen Cavitanden benötigt der Chemiker etwa 10 Tage. „Rund 9 Tage Zeit beansprucht eine chemische Reaktion, welche das Grundgerüst bildet. Die Erweiterung des oberen Teils dauert dann je nach Komplexität nochmals einige Tage bis Wochen, vorausgesetzt man folgt einem bekannten Weg. Die Synthese ist bei grossen Cavitanden manchmal sehr aufwendig. Auch die Aufreinigung und vor allem die Analytik sind bei diesen grossen Systemen oft recht komplex. Die schlussendlich untersuchten Komplexierungen selbst finden innerhalb von wenigen Augenblicken statt“, veranschaulicht er. „Das Schöne an diesem Projekt ist, dass ich die Moleküle nicht nur synthetisieren, sondern das System gezielt beeinflussen und auch weiter physikalisch untersuchen kann.“

Für die Bestimmung der Assoziationskonstanten der Komplexbildung und die Analyse der konformellen Veränderungen des Wirtes greift er auf $^1\text{H-NMR}$ Spektroskopie sowie auf isothermale Titrationscalorimetrie (ITC) zurück. Insbesondere die thermodynamische Daten liefernde ITC ermöglicht einen Einblick in die enthalpischen und entropischen Vorgänge der Komplexbildung. Bei den $^1\text{H-NMR}$ -Untersuchungen finden sich die Signale des Gastes im negativen Bereich, was die Komplexbildung bestätigt. Weiter lässt sich bei Zugabe von deuterierter Trifluoressigsäure eine Veränderung des Spektrums beobachten, welche auf die konformelle Änderung des Wirtes zurückzuführen ist.

Vieles weist in Richtung Materialwissenschaft. „Ich versuche auch wasserlösliche Cavitanden zu synthetisieren, welche aufgrund des hydrophoben Effektes vor allem in den folgenden Komplexbildungsstudien bedeutsam werden. Die organischen Gäste sollten in Wasser noch stärker mit dem Wirt komplexieren.“ Es kommen viele zukünftige Anwendungsmöglichkeiten von Containermolekülen in Frage. „Sind die Hohlräume der Wirtsmoleküle gross genug, könnten sie auch als Mikroreaktoren dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Über den Aufbau des Wirtes lassen sich selektive Wechselwirkungen mit Gästen steuern. Ebenfalls ist eine Effektivitätssteigerung von Katalysatoren denkbar, wenn schaltbare Portale die Reaktionsprodukte nach der Umsetzung im Innenraum von Containermolekülen kontrolliert freisetzen.“

Ferner ist mit der entsprechenden Modifikation dieses Systems auch ein Elektronentransfer zwischen den Portalen möglich, wodurch innovative Anwendungen in der Photovoltaik vorstellbar werden, ebenso wie die Entwicklung nanoskopischer Baugruppen für die Optik oder molekulare Elektronik.

Neben seiner Begeisterung für die Chemie hegt der Wissenschaftler aber noch eine weitere Leidenschaft: Das Klavierspiel. Schon als Dreijähriger begann er damit und erhielt ab seinem sechsten Lebensjahr Unterricht. Inzwischen beschäftigt er sich mit freier Improvisation und nahm neben klassischem Klavierunterricht auch Jazzstunden. „Ich habe schon immer gerne nach Gehör gespielt, Noten waren mir nie so wichtig. Erst in letzter Zeit interessiere ich mich mehr für die Musiktheorie, da sie die logischen Zusammenhänge der Musik aufzeigt“, fügt Fankhauser an. „Auch wenn das Klavier eigentlich ein Einzeleinstrument ist, sind Experimente mit anderen Musikern und Instrumenten stets aufschlussreich. Vor allem hier an der ETH gibt es etliche <Musiktalente> aus verschiedenen Stilrichtungen.“

Damit sich diese Musiker finden und musikalische Kontakte knüpfen können, hat er 2009 die Musikplattform aufgebaut, welche auch jeweils am Semesterende ein gemeinsames Konzert veranstaltet. (www.musikplattform.ethz.ch und musikplattform@kulturstelle.ch)

