

Ein energiesparender Katalysator

Forschung Katalysatoren sind vielseitig. Sie entgiften Autoabgase oder sind bei der Herstellung von Medikamenten im Einsatz. Ihre wirtschaftliche Bedeutung wächst. Die Forschung sucht neue Wege, sie recyceln zu können.

Andreas Lorenz-Meyer

Katalysatoren nennt man Stoffe, die eine chemische Reaktion einleiten oder diese beschleunigen, indem sie die für die Reaktion benötigte Aktivierungsenergie senken. Ohne sie würde der Prozess gar nicht oder nur sehr viel langsamer ablaufen. Der Katalysator selbst wird bei dem Prozess, der Katalyse, nicht verändert. In der Natur kommen Katalysen zum Beispiel beim aufgeschnittenen Apfel vor. Das Fruchtfleisch färbt sich an der Luft in kurzer Zeit braun. Das liegt an den Enzymen im Obst, die in Verbindung mit Sauerstoff zu arbeiten beginnen. Sie sorgen dafür, dass der Apfel braun wird.

Der Mensch nutzt das Prinzip der Katalyse, um industrielle Produkte herzustellen. Hier wird die chemische Reaktion gezielt herbeigeführt – und dafür braucht es Metalle als Katalysatoren. Zu denen gehören Platin, Palladium, Rhenium, Rhodium. Gute Katalysatoren sind gefragt denn je. Vier von fünf chemischen Produkten durchlaufen bei ihrer Herstellung mittlerweile einen Katalysezyklus, schätzt das Leibniz-Institut für Katalyse in Rostock. Katalytische Anwendungen finden sich zunehmend auch bei der Energieversorgung und beim Klima- und Umweltschutz. Die globale Forderung nach einer effizienten Nutzung aller Ressourcen sei nur mit einer effizienten Katalyseforschung möglich.

Das gilt auch für die Feinchemikalienindustrie. Diese setzt Katalysatoren zum Beispiel für die Produktion von Medikamenten ein. Oft verwendet man dort homogene Katalysatoren. Homogen bedeutet, der katalytische Stoff liegt in gelöster Form vor. Solche Katalysatoren haben einen grossen Nachteil: Sie können nicht durch physikalische Methoden wie Zentrifugation oder Filtration abgetrennt werden. «Grundsätzlich besteht dieses Problem bei allen homogenen Katalysatoren», erklärt Javier Pérez-Ramírez vom Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften der ETH Zürich.



Komplexe Angelegenheit: Professor Javier Pérez-Ramírez befasst sich an der ETH Zürich mit Katalysatoren.

Bild: ETH Zürich

Das seltene Metall wird vor allem in Russland abgebaut, global liegen die Jahresfördermengen bei etwas über 200 Tonnen. Aus der begrenzten Verfügbarkeit ergibt sich die Notwendigkeit, solche Metalle zu recyceln. «Das geht aber nur durch Destillation, da sich die gelösten Stoffe nicht einfach abfiltrieren lassen», so Pérez-Ramírez.

Destillation bedeutet Energieaufwand

Der Forscher vergleicht es mit einem Topf voller Pasta. Die Nudeln darin, also die Feststoffe, lassen sich sehr einfach recyceln. Das Salz, das aus Geschmacksrügen ins Nudelwasser gehört, dagegen nicht. Es steht für den homogenen Katalysator. Um es wieder zurückzugewinnen, müsste man alles Wasser aus

dem Topf abkochen. Der Energieaufwand ist hoch. Destillation bedeutet also einen erheblichen Aufwand an Energie.

Pérez-Ramírez und seine Kollegen lösten das Problem, indem sie einen heterogenen Festkörperkatalysator entwickelten, der Ende Juni im Fachblatt «Nature Nanotechnology» beschrieben wurde. Das katalytische Metall lässt sich hier am Ende gut abtrennen. Die Forscher nahmen grafitisches Kohlenstoffnitrid, eine chemische Verbindung aus Stickstoff- und Kohlenstoffatomen, und setzten in die Lücken einzelne Palladiumatome: die Katalysatoren.

Ein anderer Aufbau als bei klassischen Katalysatoren, die aus Palladiummetallkomplexen bestehen. Hier ist das Palladiumatom komplett von Liganden umgeben, also von Molekülen, die sich mit dem Zentralatom verbin-

den. Pérez-Ramírez: «Bevor die chemische Reaktion überhaupt beginnen kann, muss einer dieser Liganden das Metallatom freigeben. Und nach der Reaktion muss der Ligand wieder zurück.» Dem Katalysator wird also eine hohe Dynamik abverlangt. Er muss ständig seine Struktur ändern, um aktiv arbeiten zu können. Da der Metallkomplex gelöst ist, kommt es vor, dass während des Vorgangs zwei oder mehrere Palladiumatome eine Bindung eingehen. Ab diesem Zeitpunkt kann der Katalysator nicht mehr arbeiten und muss ersetzt werden.

Beim neuen Zürcher Katalysator passiert so etwas nicht. Das Palladiumatom ist direkt an der Oberfläche des Festkörpers, also des Kohlenstoffnitrids, verankert. «Dadurch können wir die Distanz zwischen zwei Palladiumatomen exakt kontrollieren, aber das Metall hat nach wie vor

die nötige Mobilität, um in der Reaktion aktiv zu arbeiten», sagt Pérez-Ramírez. Man könnte das Ganze als flexible Fixierung bezeichnen. Die Gefahr, dass die Palladiumkerne zusammengehen und dadurch ihre Aktivität verlieren, besteht nicht mehr. Das Metallzentrum muss nicht mehr durch Liganden geschützt werden und kann dadurch viel effizienter arbeiten. 20-mal effizienter als herkömmliche Katalysatoren, schätzt Pérez-Ramírez. «Solche chemischen Reaktionen von einem homogenen in einen heterogenen Prozess zu überführen, bedeutet eine radikale Steigerung der Nachhaltigkeit in der Chemieindustrie. Der Energieaufwand für viele Prozesse sinkt. Wir müssen weniger kostbare und schwer förderbare Edelmetalle einsetzen.» Die Forscher wollen das System nun patentieren lassen.

Lesbar



Kate McMillan Samstagabend, Callwey-Verlag, 104 S., Fr. 30.–

Snacks für den Abend vor dem Fernseher

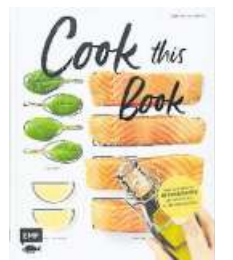
Die Fussball-WM ist schon längst wieder vorbei, dafür stehen bald die Gruppenspiele der Champions League an. Solche Spielstage verlangen nach zwanglosem Beisammensitzen und unkompliziertem Essen. Bestens eignet sich dafür Fingerfood. Pommes frites aus Süsskartoffeln, feine Dips aus Avocado oder Sauerrahm und Minipizzas schmecken jedem und sind schnell zubereitet. Besonders vor Snacks nach amerikanischer Art liebt, kommt mit Chicken Wings in mehreren Varianten, Texas-Chili und Maccaroni and Cheese auf seine Kosten.



Judith Bedenik Schicke Schichten: Fabelhafte Torten backen und verzieren, Verlag Edition Michael Fischer, 96 S., Fr. 27.–

Mit Blumen dekoriert, aber aufwendig

Genug vom guten, aber langweiligen Schokoladekuchen? Dann ist dieses Kochbuch das richtige. Man wagt sich an Schichttorten mit Cremeeiberg und Karamegluss, reichhaltige Füllungen zwischen den Tortenböden treffen auf opulente Dekorationen. Besonders schön sind die Verzierungen mit zarten Fliederblüten oder frischen Dalien. Das Buch eignet sich für Bäcker mit etwas Geschick oder viel Geduld.



Stefanie Hiekmann Cook this Book, Verlag Edition Michael Fischer, 160 S., Fr. 35.–

Alles auf einem Blech gemischt

Wer abends nach einem langen Tag nach Hause kommt, hat wenig Lust, noch lange vor dem Herd zu stehen. Statt Pizza zu bestellen, sollen Kochfäule einfach dieses Buch zur Hand nehmen. Das Prinzip: Buch querlegen und einen Bogen Backpapier auf der Schablonenseite platzieren. Dann die Zutaten auf die Umriss legen und ab in den Ofen mit dem Gericht. So gelangt man in wenigen Schritten zu einem einfachen Abendessen wie Lachs-Spinat-Päckchen oder Antipastigemüse. Eher eine Spielerei als praktisch anwendbar.

Bei dem Film gab es am Sonntag auch wieder etwas zu lachen: Joaquin Phoenix («Walk the Line») und John C. Reilly verkörpern «The Sisters Brothers». Zwei Brüder, die als Auftragskiller durch das Oregon der 1850er-Jahre jagen.

Laura Widmer

Gammthaler zum Sechsten

St. Gallen Michel Gammthaler bringt mit seinem sechsten Comedy-Zauberprogramm gute Nachrichten: Der innere Schweinehund lässt sich überlisten, Schnelligkeit soll man langsam üben, und die Fähigkeit, sich Witze zu merken, ist nicht genetisch bedingt. «Hä...?» lautet die Reaktion auf verblüffende Tricks und schräge Gedanken des Kabarettisten. (red)

Mi/Do, 5./6.9., 20 Uhr, Kellerbühne

Einblick in Adolf Dietrichs Schaffen

Gottlieben Im neuen Band «Adolf Dietrich. Der Zeichner malt» finden sich Hunderte von Skizzen, die den Schaffensprozess des Künstlers illustrieren. Die beiden Dietrich-Spezialisten Willi Tobler und Markus Landert blättern in den Skizzenbüchern und geben Einblick in das Leben und Schaffen des Ausnahmekünstlers. (red)

Fr, 7. 9., 20 Uhr, Bodmanhaus

Zirkustheater aus Frankreich

Lustenau Der Galapiat Cirque kreiert eine Art Endzeitperformance mit Musik, die an Beckett erinnert. Das Stück ist ein Ruf nach Liebe, an das Leben, seine Verflechtungen und beendet die Trilogie «Risque Zéro». (red)

Mi, 5.9., 20.30 Uhr, Freudenhaus

Finissage

Uff den Platten

Konstanz Das Kulturzentrum am Münster ist ein Ort, in den sich Geschichte eingelagert hat und in dem neue Funktionsräume entstanden sind, in denen das heutige kulturelle Leben stattfindet. Zum 20-Jahr-Jubiläum zeigt das Kulturamt im Gewölbekeller eine Ausstellung, die sich der Geschichte des Kulturzentrum-Areals von den Anfängen bis 1998 nähert.

Bis 9.9.

Grenzenlos

Winterthur Vierundzwanzig juristierte Künstler von Visarte Basel, Visarte Graubünden und Visarte Liechtenstein sind in der Galerie Weiertal und im Park mit Objekten, Bildern, Installationen, Video- und Audioarbeiten vertreten.

Bis 9.9. Mi-Sa 14-18, So 11-17 Uhr

ANZEIGE



Unser SHORLEY von der Mosterei Möhl! Geniessen heisst, wissen woher.

www.moehl.ch

CULINARIUM regio • garantie

Schweiz. Natürlich.

Mein eigener Ammonit

Fossilien Eine neu entdeckte Ammonitenart im Rheintal hat den wissenschaftlichen Namen von Peter Kürsteiner erhalten. Ein Uzwiler Tierarzt, der zusammen mit der Universität Zürich Fossilien im Alpstein erforscht.

Bruno Knellwolf

bruno.knellwolf@tagblatt.ch

Manche wollen ein Haus, einen Baum oder wenigstens ein Auto ihr eigen nennen. Peter Kürsteiner hat einen eigenen Ammoniten. Sein Name: Eoscaphtes kuersteineri. Vorgestellt wird dieser im «Swiss Journal of Palaeontology», der Publikation der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft. Und darin steht: «Der Alpstein beherbergt eine relativ hohe Vielfalt an Makrofossilien aus der Kreidezeit.» Und auch, dass die in dieser Studie untersuchten Fossilien von Peter Kürsteiner am Semelberg oberhalb von Oberriet gesammelt worden sind.

Peter Kürsteiner ist Tierarzt in Uzwil und leidenschaftlicher Fossilienforscher: «Ausschliesslich im Alpstein», betont er. Alle zwei bis drei Wochen wandert er über Ostschweizer Alpen, Geröllhalden und Berge, um nach versteinten Zeugen aus der Kreidezeit (144 Millionen bis 66 Millionen Jahre her) zu suchen. Das Gestein auf dem Semelberg gehört zur fossilienreichen Garschella-Formation des Alpsteins.

In Kürsteiners Tierarztpraxis sind viele Kristalle ausgestellt, denn bevor er sich den versteinten Meerestieren im Alpstein zugewandt hat, galt sein Interesse den glitzernden Steinen. Nun gilt seine Liebe aber den Ammoniten, diesen längst ausgestorbenen Kopffüssern mit den aufgerollten Gehäusen. Seit einigen Jahren arbeitet er wissenschaftlich und eng zusammen mit Professor Christian Klug vom Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich. Mit diesem hat er das Buch «Fossilien im Alpstein» verfasst. Eine sehr umfassende und reich bebilderte Abhandlung über Geologie und Fossilien in der Nordostschweiz.

Ein japanischer Doktorand im Alpstein

Über Professor Klug ist Kürsteiner mit dessen japanischem Doktoranden Amane Tajika zusammgekommen. Dieser hat sich darauf in einer Doktorarbeit ausführlich mit den Fossilien im Alpstein beschäftigt und anfangs genannte Studie erstellt, deren Funde aus Kürsteiners Sammlung vom Semelberg stammen. Ein Fossil ist Tajika ins Auge gestochen, ein ganz besonderer Ammonit. Der Japaner entdeckte, dass es sich beim Fund um eine neue, unbekannte Ammonitenart handelt. Diese erhält nun in der im Juni veröffentlichten wissenschaftlichen Publikation den Namen ihres Finders: Eoscaphtes kuersteineri. Die Doktorarbeit und die Publikation haben



Peter Kürsteiner mit seinem Ammoniten aus dem Alpstein, dem Eoscaphtes kuersteineri, vor Augen.

Bilder: Thomas Hary

sich für Tajika gelohnt. Nach seiner Arbeit an den Alpstein-Fossilien an der Universität Zürich arbeitet er jetzt im renommierten Natural History Museum in New York.

Doch wie konnte der japanische Wissenschaftler feststellen, dass es sich bei Kürsteiners Ammoniten um eine neue Art handelt? «Der Japaner hat sich vier Jahre mit Ammoniten aus dem Alpstein beschäftigt. Deshalb kann er Vergleiche machen, zum Beispiel aufgrund der Form. Ist der Ammonit aufgerollt, teilentrollt? Wie stehen die Rippen? Hat er Knoten und Wülste? Dicke, Breite – es gibt verschiedene Kriterien», sagt Kürsteiner. Seinen Ammoniten zeichnet die Form aus. «Diese ist sehr selten. Zudem gibt es nicht viele Ammoniten dieser Gattung», sagt der

Ammoniten

Ausgestorben sind die Ammoniten wie die Dinosaurier am Ende der Kreidezeit. Die Meerestiere bestanden aus einer spiralförmigen Schale und den Weichteilen mit acht oder zehn Armen, einem Kopf mit Mundöffnung. In der Schale, die als Wohnkammer diente, befanden sich neben den Organen gasgefüllte Auftriebskammern.

Ammoniten konnten das Gasvolumen in den Auftriebskammern steuern. Bekannt sind etwa 4000 Arten. Die Grösse der Ammoniten lag zwischen einem und 30 Zentimeter. Gefunden wurde auch ein Exemplar mit einer Grösse von 1,80 Meter Durchmesser. (Kn.)

Uzwiler. Der Eoscaphtes kuersteineri war bei seinem Tod vor 100 Millionen Jahren erwachsen und etwa vier Zentimeter gross. Kürsteiners grösster Ammonitenfund misst 75 Zentimeter.

Ammonit war ein Zufallsfund

Der Eoscaphtes kuersteineri war ein Zufallsfund innerhalb einer Ansammlung entdeckter Fossilien. «Ich habe ihn von der Seite her gesehen, entdeckt und dann nachpräpariert», erzählt Kürsteiner. Dass es sich dabei um eine neue Art handelt, war er sich damals noch nicht bewusst. Jetzt würde der Uzwiler Tierarzt gerne einen Bruder seines Ammoniten finden. Gelungen ist ihm das noch nicht. «In unserem Buch haben wir 80 Ammonitenarten aus dem Alpstein beschrieben. Mitt-

lerweile sind wir bei hundert.» Innert zwei Jahren hat sich gezeigt, dass noch viel Unentdecktes im Gestein steckt. So wie der Eoscaphtes kuersteineri, aber auch zwei andere aufsehenerregende Fossilienfunde. Zum einen ein 100 Millionen Jahre alter Seestern, ein Asteropectinide, den Wanderer nahe der Tierwis gefunden haben. «Diesen Seestern gibt es heute noch im Mittelmeer», sagt Toni Bürgin, Direktor des Naturmuseums St. Gallen. Seesterner seien eines der Erfolgsmodelle der Evolution und hätten 400 Millionen Jahre überlebt. Seine fünfstrahlige Symmetrie ist im Fossil gut zu sehen.

Die dritte Neuentdeckung ist ein Zehnfusskrebs, ein Dekapode. Dieses Fossil hat übrigens Kürsteiners Frau gefunden. Zu sehen sind in dieser Versteinerung unter anderem Häutungsreste. «Ein solcher Krebs häutet sich regelmässig», erklärt Bürgin. Da sei einiges Glück dabei, dass diese jahrhundertalten Resten bis heute erhalten geblieben seien. Deshalb sind der Krebs und die beiden anderen Funde aus dem Alpstein nun in der Sonderausstellung im Naturmuseum St. Gallen zu sehen.

Hinweis Sonderausstellung «Fossilien im Alpstein», Naturmuseum St. Gallen, bis 14. Oktober. www.geo-alpstein.ch



Ein 100 Millionen Jahre alter Seestern, ein Asteropectinide.



Teile eines Zehnfusskrebses.

Buhrufe und Beifall in Venedig

Filmfestival Tilda Swinton und «Fifty Shades of Grey»-Star Dakota Johnson lassen sich in Venedig für einen verstörenden Thriller feiern. Das Hauptinteresse galt aber einem ominösen Schauspieler, der abwesend war.

Der Himmel über Venedig hätte nicht besser zur Stimmung vieler Filme beim Festival passen können. Dunkel, wolkenverhangen und düster war er, fast das gesamte Wochenende über – genauso wie die Werke, die in diesen Tagen ihre Premiere feierten: Es ging um RAF-Terror in Westdeutschland, gefährliche Rituale von Hexen. So anstrengend diese Werke teilweise waren, es könnte auch ein Anwärter auf den Goldenen Löwen darunter sein.

Empörte Buhrufe und frenetischer Beifall – für «Suspria» gab es in Venedig beides. Tatsächlich polarisierte der Wettbewerbsbeitrag von Luca Guadagnino enorm. Der Italiener, der zuletzt für sein oscarnominiertes Drama «Call Me By Your Name» gefeiert wurde, legte ein Remake

von Dario Argentos Horrorfilm «In den Krallen des Bösen» vor. Mit Dakota Johnson und Tilda Swinton geht er ins Westberlin der 70er-Jahre, wo eine junge Amerikanerin an einer Tanzschule angenommen wird.

Die Tage der Landshut-Flugzeug-Entführung und Anschläge durch die RAF bilden nur den Hintergrund für eine Geschichte voller Wahn und Magie, Hexen und Heldinnen, Realität und Imagination. Es wurde eine nervenaufreibende und herausfordernde Erfahrung für das Kinopublikum, das zugleich auch einige der eindrucklichsten Szenen des Kinosexperiments so schnell wohl nicht vergessen wird – beste Voraussetzungen für den Hauptpreis des Festivals. Nicht nur der Filminhalt irritierte, auch die Beset-

zung löste Rätselraten aus. Denn in dem Werk taucht nur ein einziger Mann auf: Der Psychoanalytiker Dr. Klemperer wurde laut Produktionsangaben von Lutz

Ebersdorf gespielt. Für den 82-jährigen wäre es die erste Rolle gewesen. Aber gibt es Ebersdorf wirklich? Dass er eine gewisse Ähnlichkeit mit Tilda Swinton

hat, die im Film eine der Tanzlehrerinnen verkörpert, fiel jedenfalls vielen Festivalbesuchern auf. Nach Venedig kam er auch nicht, er wolle lieber eine private Person bleiben, hiess es. Und Swinton verwies auf Nachfrage lediglich auf die offizielle Besetzungsliste. Möglicherweise gelang Guadagnino mit dieser Rolle also ein cleveres Verwirrspiel, das die Themen seines Films auf originelle Weise aufgreift.

Beim Filmfestival gab es am Sonntag auch wieder etwas zu lachen: Joaquin Phoenix («Walk the Line») und John C. Reilly verkörpern «The Sisters Brothers». Zwei Brüder, die als Auftragskiller durch das Oregon der 1850er-Jahre jagen.



Tilda Swinton und Dakota Johnson in Venedig.

Bild: AP

Aliki Nassoufis, SDA