



L. Cronin

Der auf dieser Seite vorgestellte Autor veröffentlichte kürzlich seinen **25. Beitrag** seit 2000 in der *Angewandten Chemie*:

„Modular Inorganic Polyoxometalate Frameworks Showing Emergent Properties: Redox Alloys“: J. Thiel, C. Ritchie, H. N. Miras, C. Streb, S. G. Mitchell, T. Boyd, M. N. Corella Ochoa, M. H. Rosnes, J. McIver, D.-L. Long, L. Cronin, *Angew. Chem.* **2010**, *122*, 7138–7142; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 6984–6988.

<b>Leroy (Lee) Cronin</b>	
<b>Geburtstag:</b>	1. Juni 1973
<b>Stellung:</b>	Gardiner Professor für Chemie, Universität Glasgow (Großbritannien)
<b>Werdegang:</b>	1994 BSc, Universität York (Großbritannien) 1994–1997 Promotion bei Prof. P. H. Walton, Universität York 1997–1999 Postdoktorat bei Dr. N. Robertson, Universität Edinburgh (Großbritannien) 1999–2000 Alexander von Humboldt-Stipendiat bei Prof. Dr. A. Müller, Universität Bielefeld <b>2005</b> EPSRC ARF; <b>2006</b> Young European Chemists Award (Silver Medal); <b>2006</b> Nexus Young Scientist Award; <b>2007</b> Philip Leverhulme Prize; <b>2008</b> Morino Foundation Lectures; <b>2009</b> Fellow der Royal Society of Chemistry; <b>2009</b> Fellow der Royal Society of Edinburgh; <b>2009</b> Royal Society/Wolfson Foundation Merit Award
<b>Preise:</b>	
<b>Forschung:</b>	Mechanismus der Organisation funktioneller POM-Cluster auf der Nanoskala; Entwicklung molekularer Nanoarchitekturen; Erforschung komplexer und emergenter chemischer Systeme; vernetzte Reaktionen (chemische Netzwerke); Nichtgleichgewichtsorganisate; selbstwachsende Nano/Mikrostrukturen und dissipative chemische Systeme. Ich habe auch begonnen, Forschung im Bereich der „anorganischen/künstlichen Biologie“ zu betreiben. Unsere anwendungsbezogene Forschung basiert auf katalytischen/elektronischen Anwendungen von Metalloxiden, der Sequestrierung/Aktivierung kleiner Moleküle und der Herstellung komplexer anorganischer Materialien und Systeme durch die Verwendung ausgeklügelter molekularer Cluster.
<b>Hobbies:</b>	Laufen, Radfahren, Segeln lernen, Technikspielereien, Rotwein

**Mein ultimatives Ziel ist es ...** künstliche (anorganische) Biologie aufzubauen/zu entdecken.

**M**it achtzehn wollte ich ... Jetpilot werden.

**D**as größte Problem, dem Wissenschaftler gegenüberstehen, ist ... Grundlagenforschung in einer wirtschaftlichen Zwängen unterworfenen Welt zu finanzieren, in der Politiker/Forschungseinrichtungen den wissenschaftlichen Fortschritt an unmittelbaren „Anwendungen“ messen.

**W**as mich am meisten inspiriert, sind ... die Mitglieder meiner Forschungsgruppe.

**W**enn ich kein Wissenschaftler wäre, wäre ich ... arbeitslos – oder vielleicht Maschinenbauer.

**M**eine größte Motivation ist ... Neugier und der Wunsch, etwas Neues zu tun.

**D**as Geheimnis, das einen erfolgreichen Wissenschaftler ausmacht, ist ... in gleichem Ausmaß optimistisch und kritisch zu sein.

**I**n zehn Jahren werde ich ... 47 sein (und wer weiß, in der Zwischenzeit könnte England die Fußballweltmeisterschaft gewinnen?).

**D**er beste Rat, den ich je bekommen habe, war ... „Die erfolgreichsten Wissenschaftler zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, Misserfolge einzustecken“.

**D**er Teil meines Berufs, den ich am meisten schätze, ist ... kreative Ideen zu haben und zu versuchen, andere davon zu überzeugen, sie umzusetzen.

**E**in guter Arbeitstag beginnt mit ... einem Kaffee und einer verrückten Idee.

**M**ein Lieblingsbuch ist ... „Zen and the Art of Motorcycle Maintenance: An Inquiry into Values“ von Robert M. Pirsig.

**M**eine schlechteste Angewohnheit ist ... zu glauben, dass der Tag mehr als 24 Stunden hat.

### Wie unterscheidet sich die chemische Forschung heute von der zu Beginn Ihrer Laufbahn?

Die Geschwindigkeit der Forschung in der Chemie hat sich während der letzten zehn Jahre drastisch erhöht. Die durch die Unmenge an Datenbanken und elektronisch durchsuchbaren Zeitschriften ge-

gebene Fülle an Literaturdaten (inklusive Backfiles) hat das Gebiet zusätzlich verändert. Dank des technischen Fortschritts sind analytische Verfahren im Wandel, und das alles trägt zur Beschleunigung der Fortschritte bei, ganz besonders bei der Aufklärung komplexer Nanoarchitekturen. All diese

# Interview

Aspekte in Kombination mit der Zunahme an Interdisziplinarität bedeuten, dass chemische Forschung heute aufregender und schneller ist denn je.

## **Hat sich Ihre Herangehensweise an die chemische Forschung seit Beginn Ihrer Karriere geändert?**

Zu Anfang meiner Karriere hatte ich mich in einer grob vereinfachenden Art und Weise auf molekulares Design/Synthese molekularer Systeme und die Übereinstimmung von Design mit Funktion und Gesamteigenschaften konzentriert. Heute versuche ich, eine eher ganzheitliche/systematische Herangehensweise an die chemische Forschung zu wählen, und meine Arbeit konzentriert sich eher auf komplexe molekulare Systeme. Als Resultat nutzen wir bei weitem mehr analytische Verfahren und konstruktive Herangehensweisen für die molekulare Chemie als früher. Bei allem sind die sehr guten synthetischen Grundlagen, die ich erlernt habe, essenziell für diese Studien.

## **Hat sich Ihre Einstellung zur Veröffentlichung von Ergebnissen seit Beginn Ihrer Karriere geändert?**

Ja, und zwar weil sich unsere Forschungsrichtung geändert hat. Die Hauptherausforderung für uns ist die Notwendigkeit, das „Gesamtbild“ zu präsentieren, um die Forschung in einen Zusammenhang zu stellen, insbesondere wenn wir Resultate zur Veröffentlichung bei allgemeineren Journals einreichen. Natürlich braucht es dafür eine sehr genaue Balance zwischen einer klaren Schreibweise und der Vermittlung von genügend Details, um es Kollegen zu erlauben, die Arbeit zu beurteilen, zu reproduzieren und darauf aufzubauen. Unter diesem Aspekt ist die Nutzung elektronischer Hintergrundinformationen – z.B. für dreidimensional drehbare Kristallstrukturen (siehe unsere Webseite <http://www.croninlab.com>) – sehr hilfreich.

## **Was glauben Sie hält die Zukunft für Ihr Forschungsgebiet bereit?**

Die chemische Synthese durchläuft eine Revolution, angetrieben durch neue Techniken, Herangehensweisen und dem Wunsch, noch funktionellere und durchdachtere Moleküle und molekulare Systeme zu machen. Als Chemiker werde ich durch die selbstregulierenden und autonomen Eigenschaften biologischer Systeme inspiriert und bin fasziniert von der Aussicht darauf, minimale „lebende“ anorganische Systeme zu entwickeln. Selbst wenn dies ein wenig zu phantastisch sein sollte, bin ich sicher, dass Entwicklungen auf dem Gebiet der komplexen Chemie und der Systemchemie anorganischer Systeme auf der Nanoskala ungemein interessant sein werden.

## **Haben Sie den Schwerpunkt Ihrer Forschung während Ihres Werdegangs verlagert und wenn ja warum?**

Während meiner Karriere haben wir nach und nach mehr analytische Verfahren eingesetzt, um zu einem besseren Verständnis der Synthese und der Struktur unserer Moleküle und des Selbstorganisationsprozesses auf allen Längenskalen zu gelangen. Dadurch mussten wir von synthetischen Chemikern zu Physikern und Materialwissenschaftlern werden. Das war ein wirklich interessanter Prozess. Im Moment verlagern wir unseren Schwerpunkt wieder von molekularer „Eintopf“-Synthese zu vernetzter „Mehrtopf“-Synthese, und dies zwingt uns, uns mehr mit Kinetik, Verfahrenstechnik und der Modellierung von Reaktionen zu beschäftigen.

## **Was hat Sie am stärksten beeinflusst/motiviert?**

Das brennende Verlangen, meine eigene innovative Forschung zu betreiben und neue Chemie zu entdecken, war seit langem ein großes Bestreben und eine große Motivation. Allerdings haben ohne jeden Zweifel meine Mentoren, meine Mitarbeiter, meine Forschungsgruppe und Kollegen prägende Rollen gespielt, meine Herangehensweise beeinflusst, mich ausgebildet und auch meine oft schlecht ausgedachten und verrückten Ideen aufgehalten. Eines der Dinge, die ich am meisten mag und die mich motivieren und beeinflussen, ist der Wunsch, am wissenschaftlichen Diskurs teilzunehmen und neue Ideen zu erforschen.

## **Welchen Rat würden Sie dem wissenschaftlichen Nachwuchs geben?**

Macht etwas Neues, habt verrückte Ideen und greift nach den Sternen! Sucht den kritischen Rat eurer Kollegen und ignoriert ihn nicht – aufrichtiger kritischer Rat ist ein sehr kostbares Gut. Seid freigiebig mit euren Ideen und nicht zu besitzergriffig – oftmals ist eine geteilte Idee eine doppelte Idee.

## **Was ist das Geheimnis, so viele erstklassige Arbeiten produziert zu haben?**

Kreativ sein, zielgerichtet, die Literatur im Auge behalten und zu seinen Überzeugungen stehen. Es ist entscheidend, die Arbeit so klar wie möglich zu beschreiben und sowohl Fachfremde als auch Spezialisten die Arbeit lesen zu lassen, bevor das Manuskript eingereicht wird. Vor allem können gute Ideen und sorgfältige Experimente zu unerwarteten Ergebnissen führen, die normalerweise bei weitem interessanter sind, als diejenigen, die man erwartet. In dieser Hinsicht ist das Geheimnis, falls es eines gibt, aufgeschlossen und willens zu sein, die unerwartete Entdeckung zu erkennen und zu verfolgen.



L. Cronin war auch auf dem Titelbild der *Angewandten Chemie* vertreten:  
„Reversible Redox Reactions in an Extended Polyoxometalate Framework Solid“: C. Ritchie, C. Streb, J. Thiel, S. G. Mitchell, H. N. Miras, D.-L. Long, T. Boyd, R. D. Peacock, T. McGlone, L. Cronin, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, 47, 6881–6884.

## Meine fünf Top-Paper:

1. „Unveiling the Transient Template in the Self Assembly of a Molecular Oxide Nanowheel“: H. N. Miras, G. J. T. Cooper, D.-L. Long, H. Bögge, A. Müller, C. Streb, L. Cronin, *Science*, **2010**, *327*, 72–74.  
Der Mechanismus der Selbstorganisation gigantischer molekularer Nanostrukturen ist fantastisch schwer aufzuklären, besonders dann, wenn das synthetische System ein Ein-Topf-System ist. In dieser Veröffentlichung beschreiben wir die Verwendung eines Durchflussreaktors, um das kurzlebige Templat einzufangen, das für die Bildung eines gigantischen Molybdänblau-Rades  $\{Mo_{154-x}\}$  mit 3.6 nm Durchmesser als Nukleationskeim zu dienen scheint. Wir konnten dieses Zwischenprodukt unter den Bedingungen des Durchflussreaktors kristallisieren, was uns die Modulation der Ladung auf dem Ring ermöglicht, was wiederum zum kurzlebigen Wirt-Gast-Komplex  $\{Mo_{36} \subset Mo_{154-x}\}$  führt. Die Feststellung, dass wir das Fließsystem nutzen konnten, um das kurzlebige Templat, das alleine für die spontane Selbstorganisation des Nanorades verantwortlich ist, abzufangen, und damit ein mechanistisches Grundprinzip präsentieren zu können, ist wichtig, da ein Verständnis des Mechanismus bisher weit außerhalb der Reichweite schien.
2. „Spontaneous Assembly and Real-Time Growth of Micrometer-Scale Tubular Structures from Polyoxometalate-Based Inorganic Solids“: C. Ritchie, G. J. T. Cooper, Y.-F. Song, C. Streb, H. Yin, A. D. C. Parenty, D. A. MacLaren, L. Cronin, *Nature Chemistry*, **2009**, *1*, 47–52.  
In diesem Artikel zeigen wir, wie Kristalle anorganischer Materialien (in diesem Fall Metalloxide) weiterverarbeitet werden können, indem ein neuartiger Prozess genutzt wird, bei dem mikrometergroße hohle Röhren mit kontrollierbarem Durchmesser genutzt werden, um das ionische Material vom Kristall wegzuleiten; dies führt zur Selbstfertigung der Struktur. Diese röhrenförmigen Strukturen sind robust, haben große Aspektverhältnisse und sind elektronisch aktiv. Die Wuchsrichtung kann auch dahingehend kontrolliert werden, das Design und den Aufbau „echter“ Bauelemente auf Basis der Polyoxometallat-Röhren zu ermöglichen. Diese Entdeckung wurde natürlich durch Zufall gemacht – wir hatten versucht, einen Farbstoff in das „offene“ Gerüst im Inneren der Kristalle aufzunehmen; stattdessen bildeten die Kristalle vor unseren Augen Röhren aus. Das war ein ziemlich aufregender Moment im Labor.
3. „Probing the Self-Assembly of Inorganic Cluster Architectures in Solution with Cryospray Mass Spectrometry: Growth of Polyoxomolybdate Clusters and Polymers Mediated by Silver(I) Ions“: E. F. Wilson, H. Abbas, B. J. Duncome, C. Streb, D.-L. Long, L. Cronin, *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 13876–13884.  
In dieser Veröffentlichung untersuchten wir die Selbstorganisation von Cluster-Architekturen und Polymeren durch Elektrospray- und Kryospray-Massenpektrometrie. Wir zeigten, dass es möglich ist, die Reaktion vom Baustein bis zur Struktur und zu Fragmenten der Struktur zu verfolgen. Diese Untersuchungen zeigen eine experimentelle Herangehensweise

se für die „direkte“ Untersuchung des Selbstorganisationsprozesses auf und ermöglichen eine qualitative kinetische Analyse. Es ist tatsächlich möglich, Massenspektrometrie für die Verfolgung der Prozesse sowohl in der Reaktionslösung (aufbauend) als auch in den gelösten Kristallen der Polyoxometallate (abbauend) einzusetzen, was zu extrem nützlichen, zuvor nicht zugänglichen, vergleichenden Daten führt.

4. „Reversible Redox Reactions in an Extended Polyoxometalate Framework Solid“: C. Ritchie, C. Streb, J. Thiel, S. G. Mitchell, H. N. Miras, D.-L. Long, T. Boyd, R. D. Peacock, T. McGlone, L. Cronin, *Angew. Chem. 2008*, *120*, 9687–9690; *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2008**, *47*, 6881–6884.

In diesem Artikel präsentieren wir ein rein anorganisches offenes Polyoxometallat-Gerüst (POMOF), das Heterometall-Linker in den kondensierten „modularen“ Bausteinen enthält. Die Kristalle dieses Materials können Einkristall-zu-Einkristall-Redoxumwandlungen durchlaufen, die in einem Gesamtoxidationszustand für den ganzen Kristall resultieren. Zum ersten Mal wurde somit über reversible Einkristall-zu-Einkristall-Umwandlungen in einer beliebigen Klasse von Materialien berichtet. Da dieses Material modular aufgebaut ist und eine ganze Familie isostruktureller Gerüste aufgebaut werden kann, in denen die elektronischen Eigenschaften der Gerüste und ihre inneren Hohlräume genau definiert werden können, sind diese Ergebnisse besonders interessant und könnten zu einem Design elektronisch aktiver „Zeolith“-oder MOF-ähnlichen Materialien führen.

5. „Restraining Symmetry in the Formation of Small Polyoxomolybdates: Building Blocks of Unprecedented Topology Resulting from ‘Shrink-Wrapping’  $[H_2Mo_{16}O_{52}]^{10-}$ -Type Clusters“: D.-L. Long, P. Kögerler, L. J. Farrugia, L. Cronin, *Angew. Chem.* **2003**, *115*, 4312–4315; *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2003**, *42*, 4180–4183.

In diesem Manuskript wird eine sehr einfache, aber entscheidende Entdeckung in unserer Arbeit vorgestellt: die Austausch-Reaktionen von Organokationen können genutzt werden, um Zugang zu komplett neuen Arten von molekularen Nanoarchitekturen zu gewinnen. Diese Veröffentlichung stellt den maßgebenden Text dar und war Motivation für mindestens 30 weitere Veröffentlichungen unserer Arbeitsgruppe und anderer, die das Konzept der Kationenkontrolle bei der Synthese und Selbstorganisation von Polyoxometallat-Architekturen, möglicherweise sogar von Grund auf neuer Cluster, bestätigten und erweiterten. Diese Arbeit überzeugte mich auch, dass wir ernsthaft anfangen mussten, andere Verfahren, wie z.B. Massenspektrometrie und NMR-Spektroskopie in Erwägung zu ziehen, um den Mechanismus der Selbstorganisation zu untersuchen. Für mich ist es interessant zurückzuschauen auf diese Veröffentlichung, da wir zum damaligen Zeitpunkt keinerlei Idee hatten, wie ausschlaggebend dieses Ergebnis sein sollte. Ich bin fasziniert und sehr angetan von der neuen Forschung, die wir als direkte Folge dieser Publikation durchführen konnten.

DOI: 10.1002/ange.201004474