



R. Kniep

Der auf dieser Seite vorgestellte Autor veröffentlichte kürzlich seinen **10. Beitrag** seit 2000 in der *Angewandten Chemie*:

„Planar Fe_6 Cluster Units in the Crystal Structure of $\text{RE}_{15}\text{Fe}_6\text{C}_{25}$ ($\text{RE} = \text{Y, Dy, Ho, Er}$)“: B. Davaasuren, H. Borrman, E. Dashjav, G. Kreiner, M. Widom, W. Schnelle, F. R. Wagner, R. Kniep, *Angew. Chem.* **2010**, *49*, 5688–5692; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *122*, 5824–5828.

Rüdiger Kniep

Geburtstag:	2. Mai 1945
Stellung:	Professor für Anorganische Chemie und Direktor am Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden
E-Mail:	kniep@cpfs.mpg.de
Homepage:	http://www.cpfs.mpg.de/web/forschung/forschbere/anorgchem/default.aspx
Werdegang:	1966–1971 Studium der Chemie und Mineralogie an der TU Braunschweig 1971–1972 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Philips Forschungslaboratorium, Aachen 1972–1974 Doktorarbeit bei Prof. A. Rabenau am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart 1974–1979 Habilitation am Institut für Anorganische Chemie und Strukturchemie (Mentor: Prof. D. Mootz), Universität Düsseldorf Entwicklung und Etablierung von (neuartigen) Verbindungsklassen mit interessanten chemischen und/oder physikalischen Eigenschaften: Nitridometallate, Diazenide, gemischvalente Subnitride, Carbometallate, stark reduzierte Cyano-Verbindungen, Borophosphate, Chalkogenoborate der seltenen Erden sowie Pnictid-Chalkogenide. Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und Anwendungsaspekte. Biomimetisches Wachstum von Funktionsmaterialien des menschlichen Körpers (Knochen, Zähne, Otoconien).
Forschung:	

Mein Lieblingsfach in der Schule war ... Kunst.

Mit achtzehn wollte ich ... Architekt werden.

Der wichtigste wissenschaftliche Fortschritt der letzten 100 Jahre war ... die Entwicklung von Halbleiter-Materialien.

Die aktuell größte Herausforderung für Chemiker ist ... Komplexität.

Der bedeutendste wissenschaftliche Fortschritt des nächsten Jahrzehnts wird sein, ... Prozesse der Selbstorganisation zu verstehen.

Auf meine Karriere rückblickend würde ich ... nichts ändern.

Die drei Dinge, die einen guten Wissenschaftler ausmachen, sind ... Begeisterungsfähigkeit, Fairness und Durchsetzungsvermögen.

Drei Personen der Wissenschaftsgeschichte, mit denen ich einen geselligen Abend verbringen würde, sind ... Alexander von Humboldt, Charles Darwin und Alfred Wegener.

Ich bin Chemiker geworden, weil ... ich als „Nebenfächler“ an der TU Braunschweig eine hervorragende Grundvorlesung gehört habe.

Die in der Zukunft wichtigste Anwendung meiner Forschung ... könnte im Bereich der Medizin liegen.

Kurz und bündig geht es bei meiner Forschung um ... Erkenntnisgewinn in Grenzgebieten der Chemie.

Meine Lieblingskomponisten sind ... Heinrich Schütz und Johann Sebastian Bach.

Meine schlechteste Angewohnheit ist ... Ungeduld.

Das größte Problem, dem Chemiker gegenüberstehen, ist, ... sich allgemeinverständlich auszudrücken.

Junge Leute sollten Chemie studieren, weil ... Chemie eine unendliche Geschichte ist.

Unterscheidet sich die chemische Forschung heute von der zu Beginn Ihrer Laufbahn? Wenn ja, wie?

Diese Frage ist mit „ja“ und „nein“ zu beantworten. Problemstellungen, denen man sich heute aktuell widmet, hätten auch vor 40 Jahren ähnlich formuliert werden können. Methodisch ist natürlich viel passiert. Der Begriff „Material“ hat sich eingebürgert und impliziert den Aspekt der Anwendung. Auch nanoskalige Systeme sind nicht grundsätzlich neu. Bestimmend sind offensichtlich Trends, die nicht in erster Linie aus dem Bereich der Grundlagenforschung kommen. Ich will das keineswegs bemängeln. Allerdings, und besonders wenn man auf der Suche nach Fördermitteln ist, tut man sich sicher leichter mit einem Thema, das im „Mainstream“ liegt. Eine Sache hat sich im Laufe der Zeit tatsächlich geändert: Wenn früher gesagt wurde, „mir hat noch nie ein Theoretiker auf die Sprünge geholfen“, dann gilt das heute ganz sicher nicht mehr.

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

Hier möchte ich eigentlich „nein“ antworten. Tatsächlich aber hat sich – und das wird jeder Kollegin/jedem Kollegen so ergehen – der Erkenntnishorizont erweitert. Mit größerem Überblick sind Zusammenhänge natürlich auch leichter zu erkennen. In diesem Sinne kann ich sagen, dass ich mich mit dem Gebäude der Chemie in zunehmendem Einklang befindet.

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

Ganz sicher. Während ich als jüngerer Chemiker darauf aus war, Ergebnisse (mit gebotener Präzision) so schnell wie möglich zur Veröffentlichung zu bringen, neige ich heute dazu, die Beobachtungen in einen möglichst großen Zusammenhang zu bringen. Bis das nicht gelungen ist, bin ich eher zögerlich. So bleiben dann auch Manuskripte schon mal längere Zeit in der Schublade.

Was glauben Sie, hält die Zukunft für Ihr Forschungsgebiet bereit?

Auf dem Gebiet der anorganischen Festkörperchemie ist eine der großen Herausforderungen darin zu sehen, die Natur von Metall-Metall-Wechselwirkungen zu verstehen. Dies gilt insbesondere für Systeme mit Übergangsmetallen. Wer kann heute ohne Literaturrecherche die Frage beantworten: Welche Verbindungen existieren im binären System Ti-Pt? Antwort: Ti_3Pt , $TiPt$, Ti_3Pt_5 , $TiPt_3$ und $TiPt_8$. Aber warum? Oder: Warum existiert im binären System Mn-Nd neben anderen die Verbindung $Mn_{23}Nd_6$? Sieht man einmal von Zintl-Phasen ab, so bestehen diese Probleme für alle intermetallischen Verbindungen, auch für Laves- und Hume-Rothery-Phasen. Ähnlich große Herausfor-

derungen warten auf dem Gebiet der anorganisch/organischen Nanokompositssysteme. Mit Biomineralen als Funktionsmaterialien in lebenden Systemen reicht dieses Thema bis in die Biologie und Medizin. Hier wird es um die Aufklärung von komplexen Prozessen bei der Selbstorganisation gehen.

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

Bereits während des Studiums kam meine nur geringe Begeisterung für Destillationsprozesse zum Vorschein. Damit war klar, dass ich die Zukunft mit Festkörpern im weiteren Sinne verbringen wollte. Mit präparativen Methoden der Festkörperchemie kam ich erstmals während meiner Doktorarbeit über Subhalogenide des Tellurs in Berührung. Seit dieser Zeit verfolge ich das Thema ungewöhnlicher Bindungssituationen in Festkörpern, welches bis heute seine Bedeutung nicht verloren hat. Besonders interessant waren für mich immer Verbindungsklassen, von denen nur wenig bekannt war, die aber nach meiner Vorstellung ein größeres Potential beinhalteten sollten. So entwickelte sich schließlich ein Strauß von Themen, die im Verlauf der experimentellen Arbeiten zu immer neuen Fragestellungen führten. Etwas exotisch mag in diesem Zusammenhang mein Interesse an Fragen der Biomineralisation erscheinen; vielleicht liegt dies einfach in meiner akademischen Herkunft begründet. Anzahl und Qualität meiner Studenten und Mitarbeiter haben mir eigentlich immer erlaubt, den folgenden Weg zu gehen: Beobachtung → Fragestellung → Interesse → Start. Freiheit in der Forschung – besser kann es nicht sein!

Was hat Sie am stärksten beeinflusst/motiviert?

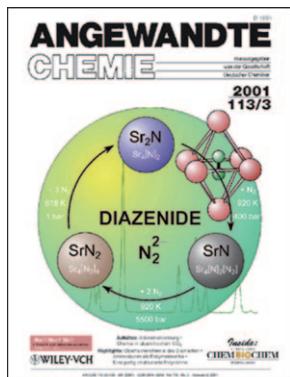
Hier gibt es kein einzelnes herausragendes Ereignis, es ist einfach die Essenz aus vielseitigen Erfahrungen mit Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Forschung und Industrie. So eine Art multivalente Motivation.

Welchen Rat würden Sie dem wissenschaftlichen Nachwuchs geben?

Fachliches Selbstbewusstsein und wissenschaftliche Breite entwickeln.

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

Zunächst einmal ist festzustellen, dass die Meinungen zur Einstufung einer Arbeit als „erstklassig“ nicht selten auseinandergehen. Das ist so, und wird sich auch nicht ändern. Tatsache ist aber auch, dass die Annahme einer Arbeit in einer hochrangigen Zeitschrift für die Autoren immer ein Grund zu besonderer Freude ist. Die Qualität einer Arbeit wird maßgeblich vom Autorenteam, und insbe-



R. Kniep war auch auf dem Titelbild der Angewandten Chemie vertreten:
„Sr₂N und SrN₂: Diazene durch Synthese unter hohen N₂-Drücken“: G. Auffermann, Y. Prots, R. Kniep, *Angew. Chem.* **2001**, 113, 565–567; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2001**, 40, 547–549.

sondere von den jüngeren Mitarbeitern (Studenten, Diplomanden, Doktoranden) bestimmt. Ein

begeistertes Team wird in der Lage sein, begeisternde Arbeiten zu produzieren.

Meine fünf Top-Paper:

1. „Sr₄N₃: Ein bisher fehlendes Glied in der Stickstoff-Druck-Reaktionsreihe Sr₂N → Sr₄N₃ → SrN → SrN₂“: Yu. Prots, G. Auffermann, M. Tovar, R. Kniep, *Angew. Chem. 2002, 114*, 2392–2394; *Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41*, 2288–2290.

Eine reversible Redoxintercalationsreaktion, bei der molekularer Stickstoff durch niedervalentes Strontium zum Diazenid reduziert wird. Die erste Stufe (Sr₂N = Sr₄N₃) verläuft bereits unter milden Bedingungen und erklärt damit zwangsläufig die früheren (kontroversen) Berichte zur Existenz verschiedener Erdalkalimetallnitride, die tatsächlich bereits durch Nitrid-Diazenide „verunreinigt“ waren. Aus meiner Sicht sind niedervalente Zustände der Erdalkalimetalle auch bei der Ammoniaksynthese von Bedeutung.

2. „(Ca₇N₄)[M_x] (M = Ag, Ga, In, Tl): Linear Metal Chains as Guests in a Subnitride Host“: P. Höhn, G. Auffermann, R. Ramlau, H. Rosner, W. Schnelle, R. Kniep, *Angew. Chem. 2006, 118*, 6833–6837; *Angew. Chem. Int. Ed. 2006, 45*, 6681–6685.

Mit Unterbrechungen dauerte diese Arbeit mehr als 12 Jahre. Die Verbindungen bilden sich aus den Elementen; einphasige Proben und größere Einkristalle waren kaum herzustellen. Die Wirtsstruktur (Ca₇N₄) war mit Röntgenmethoden eindeutig zu bestimmen, der in den Kanälen befindliche Gast [M_x] zeigte sich lediglich als diffuser Schlauch. Chemische Analysen waren aus den genannten Gründen nicht aussagekräftig. Dann wurde klar, dass die Ca-Atome in gemischten Valenzzuständen vorliegen, die Wirtsstruktur damit ungeladen ist, so dass auch die Metallketten keine Ladung tragen. Die Ketten sind hinsichtlich ihrer Positionierung in den Kanälen weitgehend frei und – in Abhängigkeit von M – z. T. auch fragmentiert. So resultieren eindimensionale Metalle bzw. stark anisotrope Halbleiter.

3. „Structural Chemistry of Borophosphates, Metallo-borophosphates, and Related Compounds“: B. Ewald, Y.-X. Huang, R. Kniep, Z. *Anorg. Allg. Chem. 2007, 633*, 1517–1540.

Mit unserer ersten Arbeit über Borophosphate (*Angew. Chem. 1994, 106*, 791–793; *Angew. Chem., Int. Ed. Engl. 1994, 33*, 749–751) haben wir die Tür zu einer Verbindungsklasse geöffnet, die bis dahin schlichtweg übersehen worden war. Dies ist bemerkenswert, da poröse Materialien wie Zeolithe und AIPos zu der Zeit zu den aktuellen Forschungsthemen gehörten. Der Schritt zu Verbindungen aus den Systemen M_xO_y–B₂O₃–P₂O₅ (-H₂O) eröffnete die Möglichkeit, eine der Komponenten (Bor) nicht nur als tetraedrisches Bauelement, sondern auch als trigonal-planare Gruppe in die Strukturen zu integrieren. Damit begann die Zeit der Jäger und Sammler, der sich weltweit viele Gruppen angeschlossen haben. Neuerdings besteht verstärktes Interesse an diesen Verbindungen im Hinblick

auf ihre Anwendungsmöglichkeiten (Dotierung mit Seltenerdelementen und heterogene Katalyse).

4. „Shape Development and Structure of a Complex (Otoconia-Like?) Calcite–Gelatine Composite“: Y.-X. Huang, J. Buder, R. Cardoso-Gil, Yu. Prots, W. Carrillo-Cabrera, P. Simon, R. Kniep, *Angew. Chem. 2008, 47*, 8280–8284; *Angew. Chem. Int. Ed. 2008, 120*, 8404–8408.

Diese Arbeit kam durch einen „Unfall“ zustande. Bei Untersuchungen zur biomimetischen Bildung von Carbonatapatit-Gelatine-Kompositen traten vereinzelt Calcit-Komposit-Aggregate auf, die in ihrer äußeren Form mit den im Innenohr des Menschen zum Beschleunigungssensor gehörenden Otoconien (Ohrenstaub) übereinstimmen. Dieser Beobachtung sind wir dann im Detail nachgegangen und haben die ersten Ergebnisse (wenn auch noch mit Fragezeichen versehen) veröffentlicht. Weitergehende (bisher unveröffentlichte) Untersuchungen belegen, dass äußere Form und innere Architektur der biomimetischen Otoconien tatsächlich mit den Charakteristika der biogenen (humanen) Spezies übereinstimmen. Damit haben wir das erste Beispiel dafür, dass es gelingt, ein biogenes Funktionsmaterial (ein Biomineral) in äußerer Form und innerer Struktur im Labor nachzuahmen.

5. „Embryonic States of Fluorapatite–Gelatine Nanocomposites and Their Intrinsic Electric-Field-Driven Morphogenesis: The Missing Link on the Way from Atomistic Simulations to Pattern Formation on the Mesoscale“: P. Simon, E. Rosseeva, J. Buder, W. Carrillo-Cabrera, R. Kniep, *Adv. Funct. Mater. 2009, 19*, 3596–3603.

Dieser Artikel ist das Ergebnis von nahezu 15 Jahren intensiver Forschung zum Thema Biomineralisierung (Knochen, Zähne) und ist ein Meilenstein auf dem Weg zu tieferem Verständnis von Prozessen der nichtklassischen Kristallisation. Die Nukleation der anorganischen Komponente beginnt an/in den Biomakromolekülen und führt zu Nanokomposit-Untereinheiten mit ausgeprägter Mosaikstruktur. Die Untereinheiten lagern sich dann nach Prinzipien der Selbstähnlichkeit zusammen und erzeugen ein intrinsisches elektrisches Feld, wodurch während des Wachstums benachbarte (polare) Makromoleküle in das Nanokomposit-System in Form von Fibrillen integriert werden. Damit ist die nächste Hierarchiestufe erreicht, in der die Matrix (die Nanokomposit-Überstruktur) von einem Fibrillenmuster überlagert wird, welches den Verlauf der Feldlinien des wachsenden permanenten Dipols widerspiegelt. Ein faszinierendes System, bedenkt man allein, dass ein so aufgebautes Individuum (ein elongiertes hexagonales Prisma) ein Röntgenbeugungsmuster erzeugt, das dem eines Einkristalls entspricht. Möglicherweise haben wir nun auch den Schlüssel zum Verständnis für die nachfolgende fraktale Formentwicklung.

DOI: 10.1002/ange.201007158