



G. Erker

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

„Frustrierte Lewis-Paare: metallfreie Wasserstoffaktivierung und mehr“: D. W. Stephan, G. Erker, *Angew. Chem.* **2010**, *122*, 50–81; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 46–76.

Gerhard Erker

Geburtstag: 16. Oktober 1946

Stellung: Professor, Organisch-Chemisches Institut der Universität Münster

1966 Abitur, Novalis-Gymnasium, Oberhausen

1966–1970 Chemiestudium in Köln und Bochum

1973 Promotion bei Wolfgang Roth, Universität Bochum

1974–1975 Postdoktorat bei Maitland Jones, Jr., Princeton University

2000–2001 Präsident der GDCh

2002–2008 Senatsmitglied der DFG

seit 2003 Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste

Auszeichnungen: **1986** Krupp-Preis für junge Hochschullehrer; **1993** Max-Planck-Forschungspreis; **1995** Otto-Bayer-Preis; **2009** Adolf-von-Baeyer-Denkprobe der GDCh

Forschung: Metalle können die Eigenschaften organischer Verbindungen auf bemerkenswerte Weise verändern. Mein Arbeitskreis befasst sich seit langem mit Fragen aus dem Gebiet der Organometallchemie und Katalyse. Wir haben eine solide experimentelle Basis in der stöchiometrischen Metallocenchemie erarbeitet, die zum Design und der Entwicklung sehr aktiver und selektiver homogener Ziegler-Natta-Olefinkopolymerisationskatalysatoren geführt hat und uns bei der Aufklärung ihrer bemerkenswerten Reaktionsweisen geholfen hat. Seit einigen Jahren befasst sich mein Arbeitskreis intensiv mit der Aktivierung kleiner Moleküle durch frustrierte Lewis-Paare. Hier geht es um neue Wege zur Wasserstoff-Aktivierung und der metallfreien katalytischen Hydrierung, aber wir finden auch immer wieder neue, oft kooperative Reaktionen von Lewis-Paaren mit Alkenen, Alkinen und sogar mit Kohlendioxid.

Hobbies: Musik und Kunst

Mit achtzehn wollte ich ... Chemiker oder Paläontologe werden.

Ein Forschungsgebiet, das ich sehr schätze, ist ... die Entwicklung der Stereochemie.

Die derzeit größte Herausforderung der Wissenschaft ist ... die Lösung des Energieproblems.

Könnte ich ein anderer für einen Tag sein, wäre ich gern ... ein (talentierter) Künstler.

Drei Größen aus der Wissenschaftsgeschichte, mit denen ich mich gerne zum Abendessen treffen würde, sind ... Alexander von Humboldt, Justus von Liebig, Jacobus Henricus van't Hoff.

Die wichtigste zukünftige Anwendung meiner Forschung könnte ... die effiziente Aktivierung kleiner Moleküle sein.

In meiner Freizeit ... höre ich gern Musik.

Wenn ich kein Wissenschaftler wäre, wäre ich ... Lehrer? Manager? Ich weiß es nicht, ich bin froh, Wissenschaftler zu sein.

Mein Lieblingskomponist ist ... Gustav Mahler.

Das Geheimnis, das einen erfolgreichen Wissenschaftler ausmacht, ist ... gute Planung und gute Beobachtung.

Was ich gern entdeckt hätte, ist ... die tetraedrische Geometrie der Verbindungen des vierfach koordinierten Kohlenstoffs (wie es J. H. van't Hoff und J. A. Le Bel gelang).

Ein guter Arbeitstag beginnt mit ... Zeit für die Tageszeitung.

Eins meiner Lieblingsbücher ist ... Daniel Kehlmann: *Die Vermessung der Welt*.

Derzeit ist meine Lieblingsoper ... Hoffmanns Erzählungen.

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

Die rapide Entwicklung neuer technischer und analytischer Methoden wie auch die erheblich gestiegene Interdisziplinarität unserer Wissenschaft hat zu enormem Fortschritt in der Chemie geführt. So können wir heute erfolgversprechend Fragen und Probleme von allgemeiner Bedeutung, aber eben großer Komplexität im Detail angehen, wie das vor einigen Jahrzehnten nahezu undenkbar war. Ich bin beeindruckt vom Fortschritt der theoretischen Chemie. In Kombination mit dem Experiment eröffnen z.B. die fortgeschrittenen DFT-Programme, die mein Kollege Stefan Grimme in Münster entwickelt, einen neuen Zugang, Eigenschaften auch komplexer molekularer Systeme und ihre manchmal recht ungewöhnlichen Reaktionswege zu verstehen. Eine bemerkenswerte Entwicklung!

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

Die Zusammenarbeit von einzelnen Wissenschaftlern, von Arbeitskreisen und von ganzen Instituten hat heute einen viel höheren Stellenwert als in der Vergangenheit. Chemische Forschung auch und gerade an den Universitäten ist sehr international geworden. Vielen Dank unseren Förderorganisationen für ihre Hilfe, chemische Forschung über Grenzen hinweg betreiben zu können. Es ist für alle Beteiligten eine gute Erfahrung, mit vielen Top-Arbeitskreisen weltweit an aktuellen Forschungsprojekten zusammenarbeiten zu können.

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

Die Art, die Ergebnisse aus meinem Arbeitskreis zu veröffentlichen, hat sich über die Jahre nicht sehr geändert. Ich habe mich immer um eine präzise und detaillierte Darstellung bemüht; deshalb gibt es einen recht großen Anteil von Originalarbeiten mit vollem Experimentalteil. Ich sehe die Vorteile, die – nicht zuletzt wirtschaftlich begründet – mit der aktuellen Entwicklung verbunden sind, dass wissenschaftliche Journale nur noch elektronisch und nicht mehr gedruckt erscheinen. Trotzdem muss ich sagen, dass es für mich immer noch ein Vergnügen ist, eine gut gemachte und attraktiv illustrierte Chemiezeitschrift in den Händen zu halten, sie durchzblättern und darin einen interessanten Artikel in Ruhe zu lesen.

Was glauben Sie hält die Zukunft für Ihr Forschungsgebiet bereit?

Katalyse wird immer ein sehr bedeutendes Gebiet der Chemie sein. Effiziente Umwandlung chemischer Substanzen selektiv zu gewünschten Zielverbindungen wird nicht ohne sie auskommen. Erfolgreiche Entwicklungen in der homogenen

Katalyse brauchen eine unterstützende stöchiometrische molekulare Chemie, sei es Organometall- oder metallfreie Chemie, die den verlässlichen Hintergrund für Katalysatordesign und -entwicklung bildet. Entscheidende Fragen unserer Zeit, sei es im Energiesektor, im Umweltschutz oder bei der Sicherung einer verlässlichen Rohstoffbasis für die Zukunft, können nur mit der Hilfe einer gut entwickelten Katalysechemie erfolgversprechend angegangen werden.

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

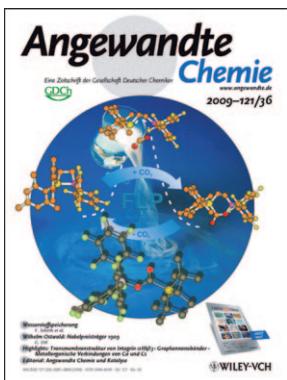
Als Doktorand habe ich mich intensiv mit physikalischer organischer Chemie befasst, und das merkt man bei vielen meiner späteren Arbeiten. Mit stöchiometrischer Organometallchemie habe ich mich von der Habilitationsarbeit an beschäftigt, zunächst mit einem Schwerpunkt bei den Metallocenen der Gruppe 4. Dies hat sich dann bald zur Untersuchung von Modellsystemen katalytischer Prozesse und dann zur Katalyse selbst hin entwickelt. Die genaue Untersuchung sehr aktiver und dabei selektiver metallkatalytischer Reaktionen hat meine Arbeiten für einige Zeit bestimmt. Unsere jüngsten Arbeiten zur metallfreien Aktivierung von Molekülen nutzen die Erfahrung mit stark Lewis-sauren Verbindungen insbesondere aus den früheren Katalysearbeiten.

Was hat Sie am stärksten beeinflusst/motiviert?

Das „schneller, weiter, höher“ der olympischen Wettkämpfe ist im übertragenen Sinne vermutlich auch auf die Wissenschaft anwendbar. Die Grenze des Wissens mit der wohlkontrollierten Methodik unseres wissenschaftlichen Berufs voranzubringen und dabei das anscheinend Unmögliche möglich zu machen, ist schon eine sehr starke Motivation. Wir waren begeistert, als es uns erstmals gelang, ein sehr luft- und feuchtigkeitsempfindliches Alkylzirconocen-Kation mit einem einfachen Oligopeptid zusammenzubringen und dann überraschend seine Wanderung am hoch funktionalisierten Gerüst festzustellen. Neugier kann ein sehr starker Antrieb unseres Handelns sein.

Welchen Rat würden Sie dem wissenschaftlichen Nachwuchs geben?

Ich zögere, talentierten jungen Wissenschaftlern kluge Ratschläge zu geben. Wenn sie sehr gut sind, wissen sie schon, was zu tun ist. Ich kann nur für mich selbst sagen: Wäre ich wieder in ihrer Situation heute, so würde ich vermutlich ähnlich handeln wie damals, nämlich mir ein Thema von potentiell allgemeinem Interesse und Bedeutung suchen, falls möglich aus einem sich gerade neu entwickelnden Gebiet und an spezifischen Projekten arbeiten, die ich sehr, sehr faszinierend finde.



G. Erker war auch auf dem Titelbild der Angewandten Chemie vertreten:
„Reversible, nicht metallunterstützte Bindung von Kohlendioxid durch frustrierte Lewis-Paare“: C. M. Mömeling, E. Otten, G. Kehr, R. Fröhlich, S. Grimme, D. W. Stephan, G. Erker, *Angew. Chem.* **2009**, 121, 6770–6773; *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2009**, 48, 6643–6646.

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

Ich hatte das Glück, von Beginn meiner wissenschaftlichen Laufbahn an in erstklassigen Laboratorien mit hervorragenden Kollegen und einer sehr guten Infrastruktur arbeiten zu können. Exzellente Diplomanden, Doktoranden und Postdocs wurden Mitglieder meines Arbeitskreises und mochten rasch die nette und zugleich wissenschaftlich herausfordernde Atmosphäre. In Münster ist mein

Arbeitskreis Teil eines hervorragenden Instituts in unserer Fakultät mit großartigen Kollegen und sehr talentierten und hart arbeitenden wissenschaftlichen Mitarbeitern und Angestellten. Die jungen Wissenschaftler in meinem Arbeitskreis wissen die vielen Möglichkeiten in dieser besonderen Umgebung zu nutzen. Es ist ihre Arbeit, die zu den vielen Publikationen geführt hat, die der Arbeitskreis über die Jahre veröffentlicht hat.

Meine 5 Top-Paper:

1. „Experimental Characterization of the Alkene-Addition-/Insertion Energy Profile at Homogeneous Group 4 Metal Ziegler-Type Catalysts“: M. Dahlmann, G. Erker, K. Bergander, *J. Am. Chem. Soc.* **2000**, *122*, 7986–7998.

Ich halte dies für eine bedeutende mechanistische Arbeit auf dem Gebiet der homogenen Ziegler-Natta-Olefinpolymerisationschemie und darüber hinaus. Wir haben hier eine ungewöhnliche Kombination von direkter kinetischer Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit mit der dynamischen NMR-Spektroskopie verwendet, um das Energieprofil des ersten Alken-Insertionsschritts an einem speziell entworfenen homogenen Ziegler-Natta-Katalysator zu bestimmen. Es ergab sich, dass, anders als üblicherweise angenommen, in diesem Fall nicht die Alken-Addition, sondern der nachfolgende Olefin-Insertionsschritt die Stereochemie der Polyolefin-Bildung bestimmt.

2. „Die Chemie funktioneller Gruppen bei Organolithium-Verbindungen: photochemische [2+2]-Cycloaddition von Alkenyl-substituierten Lithium-Cyclopentadieniden“: J. Paradies, G. Erker, R. Fröhlich, *Angew. Chem.* **2006**, *118*, 3150–3153; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2006**, *45*, 3079–3082.

Wir konnten kürzlich zeigen, dass Bis(alkenyl-Cp)zirconium-Komplexe sehr leicht intramolekulare photochemische [2+2]-Cycloadditionen unter „dynamischer topochemischer Reaktionskontrolle“ eingehen. Diese Methode konnten wir überraschend auf die (Alkenyl-Cp)lithium-Chemie über die temperaturabhängige Gleichgewichtseinstellung mit den [(Alkenyl-Cp)₂Li]-Lithiocen/Li(solv)_n-Salzen ausdehnen. Substituierte Lithiocen-Anionen gehen bei tiefer Temperatur unter Photolysebedingungen effiziente intramolekulare [2+2]-Cycloadditionen ein. Die nachfolgende Transmetallierung liefert neue ansa-Metallocene.

3. „Metallfreie katalytische Hydrierung von Enaminen, Iminen und konjugierten Phosphinoalkenylboranen“: P. Spies, S. Schwendemann, S. Lange, G. Kehr, R. Fröhlich, G. Erker, *Angew. Chem.* **2008**, *120*, 7654–7657; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 7543–7546.

Wir haben in jüngster Zeit eine Reihe intramolekularer frustrierter Lewis-Paare hergestellt und charakterisiert. Eines von ihnen, nämlich das (Mesityl)₂P-CH₂-CH₂-B(C₆F₅)₂-System ragt in Bezug auf seine hohe Aktivität bei der heterolytischen Spaltung von Diwasserstoff heraus. Darüber hinaus zeichnet sich dieses System durch seine Fähigkeit zur schnellen Übertra-

gung des H⁺/H⁻-Paars auf verschiedene Akzeptorsubstrate aus, unter anderem auf andere weniger reaktive Lewis-Paare. Das System überträgt Wasserstoff auch auf Enamine. Zusammen mit den Ergebnissen nachfolgender Arbeiten können wir jetzt mit diesem und verwandten frustrierten Lewis-Paaren katalytische Hydrierungen auch von Silylenolethern, Enaminen, von konjugierten Dienaminen und verwandten funktionellen Gruppen unter milden Bedingungen durchführen.

4. „Reversible, nicht metallunterstützte Bindung von Kohlendioxid durch frustrierte Lewis-Paare“: C. M. Mömming, E. Otten, G. Kehr, R. Fröhlich, S. Grimme, D. W. Stephan, G. Erker, *Angew. Chem.* **2009**, *121*, 6770–6773; *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2009**, *48*, 6643–6646.

Wir berichteten kürzlich über ein intramolekulares Ethylen-verbrücktes sterisch gehindertes frustriertes Phosphin/Boran-Lewis-Paar, das sich als sehr aktiv für die katalytische Wasserstoff-Aktivierung erwiesen hat. Dieses System reagiert auch rasch mit Kohlendioxid unter milden Bedingungen unter Bildung eines sechsgliedrigen heterocyclischen Additionsprodukts. Dieses setzt ganz sauber das CO₂-Molekül schon oberhalb –20°C wieder frei. Wir erhoffen uns, dass diese Arbeit bei der Suche nach Wegen zur Entwicklung einer fortschrittlichen Chemie des Kohlendioxids von Nutzen sein wird.

5. „Five-membered Zirconacycloallenoids: Synthesis and Characterization of Members of a Unique Class of Internally Metal-stabilized Bent Allenoid Compounds“: J. Ugoletti, G. Kehr, R. Fröhlich, S. Grimme, G. Erker, *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 1996–2007.

Die Reaktion eines sterisch anspruchsvollen Zirconocen-bis(acetylid)-Komplexes mit Piers' Boran [HB-(C₆F₅)₂] liefert in guter Ausbeute einen ungewöhnlichen Fünfring-Metallacyclus. Die gewinkelte Allenartige Untereinheit wird entscheidend durch ihre interne elektronische Wechselwirkung mit der schwach elektrophilen Zirconocen-Einheit stabilisiert. Dieser neue Strukturtyp ergänzt eine kleine Serie verwandter Metallkomplexe, z.B. von U. Rosenthal's Metallacycloumulen und N. Suzukis Metallacycloalkinen. Sie werden am besten als eine eigene spezifische Substanzklasse betrachtet. Diese Arbeit unterstreicht, welch besondere Rolle Metalle bei der Erzeugung und Stabilisierung ungewöhnlicher Bindungsverhältnisse des Elements Kohlenstoff spielen können.

DOI: 10.1002/ange.201000969