



B. M. Trost

Barry M. Trost hat kürzlich seinen **30. Beitrag** seit dem Jahr 2000 in der *Angewandten Chemie* veröffentlicht: „Palladium-Catalyzed Allylic Alkylation of Carboxylic Acid Derivatives: N-Acyloxazolines as Ester Enolate Equivalents“: B. M. Trost, D. J. Michaelis, J. Charpentier, J. Xu, *Angew. Chem.* **2012**, *124*, 208–212; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 204–208.

Barry M. Trost

Geburtstag:	13. Juni 1941
Stellung:	Job and Gertrud Tamaki Professorship in Humanities and Sciences, Stanford University
E-Mail:	bmtrost@stanford.edu
Homepage:	http://www.stanford.edu/group/bmtrost/
Werdegang:	1962 BA, University of Pennsylvania 1965 Promotion bei H. O. House, Massachusetts Institute of Technology
Preise:	1995 Roger Adams Award, 2001 Yamada-Koga-Preis; 2004 Arthur C. Cope Award; 2008 Nagoya-Medaille für organische Chemie
Forschung:	Die Effizienz von Synthesen zu verbessern war das Hauptziel. Wie können die immer komplexeren Moleküle, die zur Befriedigung der gesellschaftlichen Bedürfnisse benötigt werden, ökonomisch und praktikabel erhalten werden? Der erste Schritt ist die Entwicklung der Werkzeuge, d.h. der Reaktionen und Reagentien, die die Chemo-, Regio-, Diastereo- und Enantioselektivität erhöhen und „Atomökonomie“ ermöglichen. Hauptsächlich wird dieses Ziel über das rationale Design selektiver Katalysatoren, die man als die „Enzyme des Chemikers“ bezeichnen könnte, angestrebt. Enantioselektive Katalysatoren wurden über das semirationale Design des „chiralen Raums“ entdeckt. Die Entwicklung von Liganden, die die spontane Bildung mehrkerniger Komplexe erleichtern, könnte zu potenziell effektiveren Katalysatoren führen. Der zweite und abschließende Schritt ist das Zusammenführen eines Satzes von Reaktionen in eine Abfolge, mit der der Aufbau einer komplexen Zielverbindung aus einfach zugänglichen Ausgangsverbindungen so direkt wie möglich gelingt.
Hobbies:	Schwimmen, Schnorcheln, neue Kulturen studieren

Nach was ich in einer Publikation als erstes schaue, ... ist etwas Neues für mich.

Das Wichtigste, was ich von meinen Eltern gelernt habe, ist ... Selbstständigkeit.

Drei Personen der Wissenschaftsgeschichte, mit denen ich gerne einen geselligen Abend verbringen würde, sind ... Carl Wilhelm Scheele, Friedrich August Kekulé und Louis Pasteur.

Und ich würde sie fragen ... was sie zu ihrer Arbeit veranlasst hat. Außerdem würde ich Kekulé fragen, warum er die Chemie der physiologischen Prozesse nicht als Teil der organischen Chemie sehen wollte.

Das beste Stadium in der Karriere eines Wissenschaftlers ist, ... wenn er seine Laufbahn als unabhängiger Forscher beginnt – frei von zu vielen Vorurteilen und behindernden Faktoren und mit dem Willen, das „Unmögliche“ zu versuchen.

Ich bin Chemiker geworden, weil ... die Chemie einem Individuum die Möglichkeit bietet, zur Veränderung der Welt beizutragen, indem es Probleme löst, die für das allgemeine Wohlergehen der Menschen wesentlich sind.

Meine beste Investition war, ... die wissenschaftliche Literatur zu lesen und dadurch meinen Horizont in Bereiche zu erweitern, die ich sonst nicht entdeckt hätte und die mich zu Forschungsprojekten anregten, die sich als enorm erfolgreich erwiesen haben.

Das Spannendste an meiner Forschung ist ... ihr Potenzial, das chemische Arbeiten zu verändern und so dazu beizutragen, dass die Chemie effektiver zum Lösen gesellschaftlicher Probleme eingesetzt werden kann.

Ein guter Arbeitstag beginnt mit ... einem Studenten, der in mein Büro stürzt, um mir seine neuesten Ergebnisse zu erzählen.

Mein Lieblingsmusikstück ist ... die Ouvertüre 1812 von Pjotr Iljitsch Tschaikowski.

Wollten Sie immer schon Chemiker werden?

Das erste Mal kam ich mit Chemie in Berührung, als ich etwa acht Jahre alt war: Es war ein Gilbert-Chemiebaukasten. Anders als derartige Baukästen heute enthielt er noch richtige Chemikalien und

interessante Versuchsvorschriften mit wirklich interessanten Chemikalien, um die Wirkungen chemischer Reaktionen zu sehen. Wenn ich so zurückblicke, dann war es wohl in der Highschool, als ich anfing, über die Chemie als Beruf nachzuden-

Interview

ken. Ein enthusiastischer Highschool-Lehrer und Erfahrungen in einem richtigen Labor bestärkten mich in meinem Interesse.

Ist es wichtig, während der Ausbildung schon internationale Erfahrungen zu sammeln?

Solche Erfahrungen können nützlich sein, ich würde sie aber nicht als essenziell bezeichnen. Das einzig wirklich Wesentliche ist gute Forschung.

Wie haben Sie bei Meinungsverschiedenheiten mit Ihren Wissenschaftskollegen zu Beginn Ihrer Laufbahn reagiert? Hat sich Ihre Reaktion im Laufe der Zeit geändert?

Eigentlich habe ich nie wirklich „Meinungsverschiedenheiten“ erlebt. Es kam vor, dass wir ein Verfahren für bestimmte Umsetzungen simultan mit anderen Forschern entwickelten. Wir reagierten dann so, dass wir versuchten, die Vorteile unseres Ansatzes gegenüber den Alternativen aufzuzeigen.

Glauben Sie, dass es hilft, an einer großen und angesehenen Einrichtung zu arbeiten, statt ein kleineres Labor zu leiten, um in der Chemikerwelt Ansehen zu gewinnen?

Am wichtigsten für das Ansehen in der Chemikerwelt ist, dass man gute Forschung macht. Die Qualität der Forschung wird natürlich durch die Qualität der Studenten beeinflusst, mit denen man zusammenarbeitet. Insofern als im Schnitt die besten Studenten tendenziell an die angesehensten Einrichtungen gehen, nimmt damit die Chance für gute Forschung an einer solchen Einrichtung zu. Es ist also keine Frage der Größe, sondern eine der Qualität.

Was sorgt für eine gute Forschungsumgebung?

Eine gute Forschungsumgebung ergibt sich vorwiegend aus der Interaktion von Menschen, besonders von Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen und Erfahrungen. Gute wissenschaftliche Diskussionen und Debatten sind eine wahre Stimulation für eine intellektuelle Atmosphäre, und sie bieten Fachkompetenz in vielen Wissenschaftsbereichen. Es gibt immer jemanden, den man bei Bedarf um Hilfe bitten kann. Grundvoraussetzung ist selbstverständlich, dass die notwendigen Anlagen und Geräte verfügbar sind.

Welche Eigenschaften muss ein Wissenschaftler haben, damit er sein ganzes Leben lang auf höchstem Niveau forschen kann?

Ein wichtiges persönliches Kennzeichen ist die feste Absicht, etwas zu bewegen. Wissenschaftliche Interaktionen an den Grenzen der Wissenschaft aufrechtzuhalten trägt entscheidend dazu bei, den

Blick für das Wesentliche zu bewahren. Dass ich die Begeisterung für die Wissenschaft und für neue Entdeckungen behalten habe, ist die Grundlage für den Enthusiasmus, der mich antreibt, besser zu werden und nach dem Unkonventionellen zu suchen. Wenn man das Glück hat, ein neues, wirklich wichtiges Forschungsthema zu entwickeln, ergibt sich nahezu automatisch, dass es viel mehr zu erkunden und zu entwickeln gibt, als ein Forscher in seiner Lebenszeit schaffen kann. Wir haben uns auf Themen konzentriert, die kaum von anderen angegangen worden waren. Darum haben einige der in meinen Labors behandelten Projekte zu viel mehr spannenden Fragen geführt, als wir je beantworten können.

Wie entwickeln Sie neue Ideen?

Diese Frage ist ungefähr so, als würde man einen Maler fragen, wie er zu einem neuen Gemälde kommt. Soweit ich eine gewisse Logik in diesem Prozess sehe, würde ich sagen, meine Erfahrungen und mein ausgiebiges Lesen außerhalb meiner Kernthemen sind die Quellen. Traten bei aktuellen Projekten Probleme auf, regte mich das an, über unkonventionelle Lösungen nachzudenken. Solche Überlegungen wurden dadurch erleichtert, dass ich über Entwicklungen auf anderen Gebieten der Chemie Bescheid wusste, die Einblicke in neue Reaktivitäten boten, die möglicherweise mein Problem lösen könnten.

Was frustriert Sie in der Chemie am meisten?

Die Chemie ist selbstverständlich eine Naturwissenschaft, aber sie ist auch eine Kunst – es spielt eine Rolle, wer die Versuche durchführt. Die manchmal auftretende fehlende Reproduzierbarkeit frustriert mich am meisten. Den Grund für fehlende Reproduzierbarkeit ausfindig zu machen gehört zu den befriedigendsten Erfahrungen.

Für welche Probleme würden Sie gerne eine Lösung finden?

Die für mich faszinierendste Herausforderung ist, die Synthesechemie zu einer effektiveren Hilfe bei der Lösung gesellschaftlicher Probleme zu machen. Wie können wir zu Synthesereaktionen kommen, die wirklich dem Ideal entsprechen, also chemo-, regio-, diastereo- und enantioselektiv sowie atomökonomisch sind und alles andere nur in katalytischen Mengen benötigen.

Welchen Rat würden Sie Ihren besten Studenten geben?

Im Beruflichen so gut zu sein, wie sie können, und etwas zu bewegen.

Die Fragen des Interviews stellte Stefan Kirsch (Universität Wuppertal).

Meine fünf Top-Paper:

1. „New synthetic reactions. Allylic alkylation“: B. M. Trost, T. J. Fullerton, *J. Am. Chem. Soc.* **1973**, *95*, 292–294.

Diese Arbeit wurde durch unseren Wunsch angeregt, von einer allylischen C-H-Einheit zu C-C-Bindungen zu gelangen. Sie belegte erstmals die Eignung unseres Konzepts und war unsere erste Arbeit, in der wir Palladium als Katalysator für eine C-C-Verknüpfung verwendet haben. Sie kennzeichnet also die Geburtsstunde unserer Arbeiten über metallkatalysierte allylische Alkylierungen und den Einsatz von Palladium in der organischen Synthese.

2. „New synthetic reactions. Sulfenylation–dehydrosulfenylation as a method for introduction of unsaturation“: B. M. Trost, T. N. Salzmann, *J. Am. Chem. Soc.* **1973**, *95*, 6840–6842.

Mit dieser Veröffentlichung begann unser Einsatz von Schwefel als Schlüsselement für die Modifizierung von Molekülen. Der einfache Zugang zu sulfenylierten Carbonylverbindungen ermöglichte eine Vielzahl ausgezeichnet chemoselektiver Umsetzungen zur Änderung von Oxidationsstufen.

3. „New conjunctive reagents. 2-Acetoxymethyl-3-allyltrimethylsilane for methylenecyclopentane annulations catalyzed by palladium(0)“: B. M. Trost, D. M. T. Chan, *J. Am. Chem. Soc.* **1979**, *101*, 6429–6432.

Diese Veröffentlichung setzte den Schlusspunkt beim rationalen Design einer neuartigen Synthese. Cycloadditionen ergeben in einem einzigen Schritt mehrere Bindungen und führen damit schnell zu molekulärer Komplexität. Mit diesem neuartigen Übergangsmetallkatalysierten Prozess über Trimethylenmethanpalladiumkomplexe sind [3+2]-, [4+3]- und [6+3]-Cycloadditionen und so die Synthese von fünf-, sieben- bzw. neungliedrigen Ringen möglich – die perfekte Ergänzung zur bekannten Diels-Alder-Reaktion. Der Einsatz eines Übergangsmetalls ermöglichte letztlich auch eine asymmetrische Variante der Reaktion,

indem chirale Liganden für das Palladium entwickelt wurden.

4. „Asymmetric ligands for transition-metal-catalyzed reactions: 2-Diphenylphosphino-benzoylderivates C_2 -symmetric Diols and Diamines“: B. M. Trost, D. L. Van Vranken, *Angew. Chem.* **1992**, *104*, 194–196; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1992**, *31*, 228–230.

Hier ging es um eine sehr schwierige Aufgabe – an ein Metall gebundene chirale Liganden für eine Outer-Sphere-Übergangsmetallkatalyse zu verwenden, bei der Bindungsbruch und -bildung entfernt von den Liganden ablaufen. Das rationale Design dieser Liganden beruhte auf den Prinzipien, die bei Enzymreaktionen wirken, bei denen der chirale Raum zur asymmetrischen Induktion führt, und lieferte die erfolgreichste Ligandenfamilie für die palladiumkatalysierte asymmetrische allylische Alkylierung. Dieser Prozess ist äußerst ungewöhnlich unter den asymmetrischen metallkatalysierten Reaktionen, mit denen eine Vielzahl an Bindungstypen (C-H, C-N, C-O, C-S, C-P, C-C etc.) durch zahlreiche Arten der asymmetrischen Induktion erzeugt werden kann.

5. „Ruthenium-catalyzed addition of alkenes to acetylenes“: B. M. Trost, A. Indolese, *J. Am. Chem. Soc.* **1993**, *115*, 4361–4362.

Hier wurde die Entwicklung eines atomökonomischen Prozesses mit potenziell großer Breite und Nützlichkeit beschrieben, der auf einer Rutheniumkatalyse beruht. Er war der Vorbote einer Vielzahl rutheniumkatalysierter Mehrkomponentenadditionen, die die Zahl einfacher Additionen in unserem Methodenservoir signifikant erhöhte. Die Effektivität dieser Chemie bei inter- wie intramolekularen Prozessen lässt sich eindeutig an ihrer Eignung ablesen, die Totalsynthesen biologisch aktiver Verbindungen zu erleichtern und effektiver zu gestalten.

DOI: 10.1002/ange.201201017