



Y. Apeloig

Y. Apeloig veröffentlichte kürzlich seinen **10. Beitrag** seit 2000 in der *Angewandten Chemie*:

„Radical Polymerization of the Silene $(\text{Me}_3\text{Si})_2\text{Si}=\text{CR}_2$ by Hydrogen Transfer from a Trimethylsilyl Group“: D. Bravo-Zhivotovskii, S. Melamed, V. Molev, N. Sigal, B. Tumanskii, M. Botoshansky, G. Molev, Y. Apeloig, *Angew. Chem.* **2009**, 121, 1866–1869; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2009**, 48, 1834–1837.

Yitzhak Apeloig

Geburtstag:	1. September 1944
Stellung:	Professor für Chemie und Präsident des Technion–Israel Institute of Technology, Haifa
Werdegang:	1964–1969 Chemiestudium, Hebrew University of Jerusalem (Israel) 1969–1974 Promotion bei Z. Rappoport, „Intermediates in $\text{S}_\text{N}1$ Vinylic Substitution“, Hebrew University 1974–1976 Postdoc bei P. von R. Schleyer, Princeton University (USA) in Zusammenarbeit mit J. A. Pople, Carnegie–Mellon University (USA) 1983–1984 Freisemester bei R. Hoffmann, Cornell University (USA)
Wichtige Preise:	1991 und 1999 Preis der Japan Society for the Promotion of Science (JSPS); 1994 Alexander-von-Humboldt-Preis; 2002 The Israel Chemical Society Prize; 2006 Ehrendoktorat der TU Berlin; 2007 Wacker Silicone Award
Forschung:	1) Organosiliciumchemie mit Schwerpunkt auf niederkoordinierten Siliciumverbindungen (Silylradikalen, Silylanionen, Silylenen und Spezies mit Si-X-Mehrfachbindungen) sowie der Entwicklung von Silyl-Lithium- und anderen Metallsilanreagentien. 2) Computerchemie mit Schwerpunkt auf dem Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment. 3) Physikalische organische Chemie: reaktive Zwischenstufen, Aromatizität, gespannte Moleküle und Reaktionsmechanismen
Hobbys:	Reisen, Musik, Skifahren und Geschichte

Mein Lieblingsfach in der Schule war ... Fußball.

Mit achtzehn wollte ich ... Wissenschaftler werden.

Morgens nach dem Aufstehen ... brauche ich schnell einen Kaffee.

Der wichtigste wissenschaftliche Fortschritt der letzten 100 Jahre war ... die Kommunikationsrevolution – vom Telegraphen und dem Telefon zum Handy und dem Internet.

Die größte Herausforderung für Wissenschaftler ist ..., ihre Arbeit der Öffentlichkeit und Entscheidungsträgern zu erklären.

Mein liebstes Stück Forschung sind ... die Woodward-Hoffmann-Regeln zur Orbitalsymmetrie mit den dazugehörigen Experimenten.

Drei berühmte Personen der Wissenschaftsgeschichte, mit denen ich gerne einen geselligen Abend verbringen würde, sind ... Albert Einstein, Louis Pasteur und Marie Curie.

Ich bin Chemiker geworden, weil ... alles um uns herum, einschließlich wir selbst, Chemie ist!

Mein erstes Experiment war ... die Herstellung von Treibsätzen für eine selbst gebaute Spielzeugrakete.

Wenn ich kein Wissenschaftler wäre, wäre ich ... Archäologe.

In meiner Freizeit ... liebe ich es zu reisen und neue Kulturen zu entdecken; außerdem höre ich sehr gerne Musik.

Das Geheimnis, das einen erfolgreichen Wissenschaftler ausmacht, ist ... Originalität und harte Arbeit.

Was ich gerne entdeckt hätte, ist ... das Penicillin und den Sauerstoff.

Die bahnbrechendste wissenschaftliche Entdeckung der letzten 100 Jahre war ... Dies lässt sich unmöglich sagen – es gibt hunderte von Entdeckungen, die die Welt verändert haben!

Meine Lieblingskomponisten sind ... Beethoven, Mozart und Mahler.

Der bedeutendste Fortschritt in der Chemie dieses Jahrhunderts war ... die Entwicklung von neuen Analyse- und Trennmethoden.

Die größte Herausforderung für Chemiker ist ... seit jeher die gleiche: Die Geheimnisse der Natur zu entschlüsseln und dieses Wissen zum Wohle der Menschheit und der Umwelt zu nutzen.

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

Die „Computerrevolution“ hatte einen maßgeblichen Einfluss auf meine Forschung. Zur Zeit meiner Promotion waren Computer zu langsam, um für die Chemie irgendeinen Nutzen zu haben. Seit dieser Zeit ist die Leistungsfähigkeit von Computern um den Faktor 10^7 – 10^8 gestiegen, und es ist heute möglich, mithilfe der Theorie, insbesondere der Quantenmechanik, verlässliche Vorhersagen der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Verbindungen anzustellen, sogar von großen biologischen Molekülen. Der Traum, eine Verbindung erst zu berechnen und dann zu synthetisieren, ist wahr geworden! Im experimentellen Bereich waren die Entwicklungen in der NMR-Spektroskopie, der Röntgenbeugung und der Massenspektrometrie ganz erstaunlich. Dank dieser Fortschritte sind Chemiker heute in der Lage, Dinge zu tun, von denen man vor vielleicht 40 Jahren nicht einmal träumte!

Hat sich Ihre Einstellung zur chemischen Forschung seit Beginn Ihrer Karriere geändert?

Das oben erwähnte Motto, „Erst berechnen, dann synthetisieren“, bestimmt heute die Art und Weise, wie wir viele unserer Studien planen. Quantenchemische Rechnungen haben einen Grad an Verlässlichkeit erreicht, der die Vorhersage eines Moleküls und seiner Lebensdauer erlaubt. Wir nutzen solche Rechnungen deshalb routinemäßig bei der Suche nach neuen Arten von Molekülen. Wovon Quantenchemiker seit der Veröffentlichung der Schrödinger-Gleichung immer geträumt haben, wird gerade Wirklichkeit – zumindest für mittelgroße Moleküle.

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

Nicht sehr. Wie andere auch versuche ich, in den besten Zeitschriften mit vertrauenswürdigen Begutachtungsverfahren zu publizieren. Das Veröffentlichen in Top-Journalen ist insbesondere für die zukünftigen Karrieren unserer Studenten wichtig. Ich war immer erstaunt über die gewaltige Arbeit, die Gutachter in die Begutachtung meiner Paper investieren (ich tue das natürlich auch), und in den meisten Fällen haben die Hinweise und Kritiken beträchtlich geholfen, den Artikel zu verbessern. Dies ist eine Gelegenheit, all diesen anonymen Gutachtern meinen Dank auszusprechen.

Was glauben Sie hält die Zukunft für Ihr Forschungsgebiet bereit?

Meine Forschungsinteressen liegen auf zwei Gebieten: der Computerchemie und der Organosiliciumchemie. Die Computerchemie hat enorme Umwälzungen erlebt. Ich sehe hier auch für die Zukunft große Fortschritte, zum einen in der Computertechnologie, mehr aber noch bei der Entwicklung neuer Rechenmethoden. Wir werden in absehbarer Zukunft in der Lage sein, sehr große Moleküle, Solvenseffekte und viele andere chemische Phänomene zu berechnen. Auch in der Siliciumchemie hat eine Revolution stattgefunden. Viele Moleküle, an deren Existenz man vor 40 Jahren noch nicht einmal zu denken wagte, sind synthetisiert und isoliert worden, das Gebiet befindet sich aber immer noch in seinen Anfängen. Ein ganzes Spektrum von niederkoordinierten Siliciumverbindungen wird zukünftig noch entdeckt und erforscht werden, und wir werden praktische Anwendungen dieser neuartigen Verbindungen sehen, z.B. als Vorstufen für neue Arten von Siliciumpolymeren. Das Gebiet der präparativen Organosiliciumchemie ist ebenfalls noch weitgehend unerforscht, und man kann die Entwicklung vieler neuer Reagentien und Synthesemethoden erwarten. Eine wichtige neue Richtung ist die bioorganische Siliciumchemie. Auch auf die fundamentale Frage, weshalb sich Silicium- und Kohlenstoffverbindungen so sehr unterscheiden, wird die Zukunft neue Antworten bringen.

umchemie hat eine Revolution stattgefunden. Viele Moleküle, an deren Existenz man vor 40 Jahren noch nicht einmal zu denken wagte, sind synthetisiert und isoliert worden, das Gebiet befindet sich aber immer noch in seinen Anfängen. Ein ganzes Spektrum von niederkoordinierten Siliciumverbindungen wird zukünftig noch entdeckt und erforscht werden, und wir werden praktische Anwendungen dieser neuartigen Verbindungen sehen, z.B. als Vorstufen für neue Arten von Siliciumpolymeren. Das Gebiet der präparativen Organosiliciumchemie ist ebenfalls noch weitgehend unerforscht, und man kann die Entwicklung vieler neuer Reagentien und Synthesemethoden erwarten. Eine wichtige neue Richtung ist die bioorganische Siliciumchemie. Auch auf die fundamentale Frage, weshalb sich Silicium- und Kohlenstoffverbindungen so sehr unterscheiden, wird die Zukunft neue Antworten bringen.

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

Ja, mehrere Male. Während bei meiner Promotion (bei Z. Rappaport in Jerusalem) habe ich ein Thema aus der klassischen mechanistischen Organik bearbeitet (Solvolyse von Vinylderivaten). In meinen Postdoc-Studien (bei P. von R. Schleyer und J. A. Pople) begann ich mit quantenchemischen Rechnungen und war schnell von ihrem enormen Potenzial fasziniert, obwohl die Disziplin damals von den meisten Syntheschemikern mit großer Skepsis betrachtet wurde. Nach meiner Rückkehr nach Israel kombinierte ich die Computerchemie mit experimentellen Studien in physikalischer organischer Chemie (Carbokationen, Hyperkonjugation). In den 80er Jahren begann ich mich für niederkoordinierte Siliciumverbindungen zu interessieren – vor allem fand ich den gewaltigen Unterschied zwischen Silicium- und Kohlenstoffverbindungen verblüffend, so gibt es z.B. nur

Ich war immer erstaunt über die gewaltige Arbeit, die Gutachter in die Begutachtung meiner Paper investieren, und in den meisten Fällen haben die Hinweise und Kritiken beträchtlich geholfen, den Artikel zu verbessern.

wenige Si=X-Verbindungen. Die Kombination von Theorie und Experiment erschien mir als der beste Weg, um in diesem unerforschten Territorium voranzukommen, und der Ansatz erwies sich in der Tat als extrem erfolgreich.

Was hat Sie am stärksten beeinflusst/motiviert?

Meine größte Motivation war der Wunsch, die Natur zu verstehen und sie zum Wohle der Menschheit verändern zu können. Diese Faszination für die Chemie ist der Grund, warum ich trotz meiner achtjährigen Amtszeit als Präsident des Technion weiter aktiv forsche.

Welchen Rat würden Sie dem wissenschaftlichen Nachwuchs geben?

„Folge deinem Herzen“ und studiere, was dich begeistert! Suche dir eine wichtige Frage aus, zu

deren Beantwortung du denkst, einen signifikanten Beitrag leisten zu können, und sei geduldig – Fortschritte in der Forschung gehen für gewöhnlich sehr langsam voran!

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

Das „Geheimnis“ ist eine exzellente Arbeitsgruppe mit Studenten und Mitarbeitern, die unabhängig denken und originelle Ideen haben. Die Tatsache, dass ich trotz meiner Verpflichtungen als Präsident am Technion erstklassige Paper veröffentlichen kann, ist in allererster Linie das Verdienst meiner hervorragenden Arbeitsgruppe.

Meine 5 Top-Paper:

1. „Substituent Effects on the Carbon–Silicon Double Bond. Monosubstituted Silenes“: Y. Apeloig, M. Karni, *J. Am. Chem. Soc.* **1984**, *106*, 6676–6682.
In dieser Arbeit haben wir Berechnungen herangezogen, um den Einfluss von Substituenten auf die Stabilität von Silenen ($R_2C=SiR_2$) vorzubestimmen. Wir konnten zeigen, dass eine Silylsubstitution am Siliciumatom die Polarität von Silenen verringert und ihre kinetische Stabilität drastisch erhöht. Die gewonnenen Erkenntnisse haben wir (und andere) als Grundlage für unsere experimentellen Arbeiten genutzt, die zur Synthese neuartiger Silene (z. B. Lit. [3]) führten. Dieses Paper war auch deshalb wichtig, weil es vielen Skeptikern demonstrierte, wie hilfreich Berechnungen für die Synthese unbekannter Verbindungen sein können.
2. „A Theoretical Survey of Unsaturated or Multiply Bonded and Divalent Silicon Compounds. Comparison with Carbon Analogues“: B. T. Luke, J. A. Pople, M. B. Krogh-Jespersen, Y. Apeloig, M. Karni, J. Chandrasekhar, P. von R. Schleyer, *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, *108*, 270–284.
Hier haben wir die Strukturen und Energien einer Serie ungesättigter Siliciumverbindungen (mit Substituenten von Li bis F) berechnet und mit den entsprechenden Kohlenstoffspezies verglichen. Das damals verwendete Theorieniveau war recht einfach (3-21G*), dennoch waren wir von der Verlässlichkeit der Ergebnisse überzeugt und gingen also das Risiko ein, Syntheschemiker zur Verifizierung der Vorhersagen herauszufordern. Letztendlich diente diese Studie vielen Syntheschemikern als Basis bei der Suche nach neuen Siliciumverbindungen.
3. „Novel Route to Carbon–Silicon Double Bonds via a Peterson-Type Reaction“: D. Bravo-Zhivotovskii, V. Braude, A. Stanger, M. Kapon, Y. Apeloig, *Organo-*

metallics **1992**, *11*, 2326–2328.

Auf der Grundlage der theoretischen Ergebnisse, die wir in Lit. [1] erhalten hatten, entwickelten wir hier eine neue Methode (Silaolefinierung) für die Bildung von C=Si-Bindungen. Dies führte zur Synthese und Isolierung mehrerer neuer Silene, darunter des ersten metallsubstituierten Bis(silens) (siehe Lit. [5]).

4. „Nachweis von HCSiF und HCSiCl als die ersten Moleküle mit formalen Si≡C-Bindungen“: M. Karni, Y. Apeloig, D. Schröder, W. Zummack, R. Rabezzana, H. Schwarz, *Angew. Chem.* **1999**, *111*, 343–347; *Angew. Chem. Int. Ed.* **1999**, *38*, 331–335.
Die Synthese von Verbindungen mit Dreifachbindung zum Silicium war (und ist) eines der herausragenden Ziele in der Siliciumchemie. Unser Ansatz war die kombinierte Anwendung von Theorie und Experiment. Die theoretische Analyse des Problems führte uns zum Entwurf eines ausgeklügelten Gasphasen-experiments (das die Gruppe um H. Schwarz in Berlin ausführte), das den erstmaligen Nachweis des dreifach gebundenen Silins erbrachte.
5. „The Synthesis and Isolation of A Metal Substituted Bis-silene“: D. Bravo-Zhivotovskii, R. Dobrovetsky, D. Nemirovsky, V. Molev, M. Bendikov, G. Molev, M. Botashansky, Y. Apeloig, *Angew. Chem.* **2008**, *120*, 4415–4417; *Angew. Chemie, Int. Ed.* **2008**, *47*, 4343–4345.
In diesem Paper haben wir das erste Bis(silen) mit zwei C=Si-Bindungen synthetisiert, wobei wir die in den letzten rund zehn Jahren entwickelten Methoden und Metallosilanreagentien anwendeten. Darüber hinaus sind die beiden C=Si-Bindungen über ein Metall (Hg) verbunden. Diese einzigartige Verbindung bietet Perspektiven für die Entwicklung neuer Metallosilene, Disilabutadiene, Silavinylradikale und anderer interessanter reaktiver Zwischenstufen.

DOI: 10.1002/ange.200903376