



B. L. Feringa

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

„Light-Induced Control of Protein Translocation by the SecYEG Complex“: F. Bonardi, G. London, N. Nouwen, B. L. Feringa, A. J. M. Driessen, *Angew. Chem.* **2010**, 122, 7392–7396; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, 49, 7234–7238.

Ben L. Feringa

Geburtstag:	18. Mai 1951
Stellung:	Jacobus H. van't Hoff Distinguished Professor of Molecular Sciences, Universität Groningen (Niederlande)
E-Mail Adresse:	b.l.feringa@rug.nl
Homepage:	http://feringa.fmns.rug.nl/
Werdegang:	1974 Studium der Chemie, Universität Groningen 1978 Promotion bei Prof. Dr. Hans Wijnberg, Universität Groningen 1978–1984 Wissenschaftler bei Royal Dutch/Shell, Shell Research Laboratories Amsterdam (Niederlande), Shell Biosciences (Großbritannien)
Preise:	1997 Pino Medaille in Gold der Società Chimica Italiana; 2000–2001 Novartis Chemistry Lectureship Award; 2003 Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft; 2003 The Ramabrahman and Balamani Guthikonda Award (Columbia University, USA); 2004 Spinoza Prize (Niederlande); 2004 Wahlmitglied der American Academy of Arts and Sciences; 2005 Solvias Ligand Contest Award (zusammen mit J. Hartwig); 2005 Prelog-Medaille in Gold (ETH Zürich, Schweiz); 2006 Wahlmitglied der Königlich Niederländischen Akademie der Wissenschaften; 2007 James Flack Norrish Award in Physical Organic Chemistry der American Chemical Society; 2008 Paracelsus Preis der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft; 2008 Zum Ritter geschlagen von Ihrer Majestät der Königin; 2009 Präsident der Bürgenstock Konferenz; 2009 Chirality Medal
Forschung:	Wir nutzen die gesamte Bandbreite der Synthesechemie, um neue Strukturen, Funktionen und chemische Systeme zu schaffen. Das Ziel ist es, inspiriert von den Prinzipien der Natur (molekulare Erkennung, Selbstorganisation, Katalyse, Transport sowie Bewegung), neue funktionelle (supra)molekulare Materialien zu entwerfen, sowie neue Katalysatoren und synthetische Methodologien zu entwickeln. Die zwei Hauptinteressensgebiete sind: 1) Systemchemie und molekulare Nanowissenschaften mit besonderem Augenmerk auf der Kontrolle dynamischer Prozesse wie Schaltern, translationalen und rotatorischen molekularen Motoren, Amplifikation, Chiralitätstransfer und multifunktionalen Nanosystemen. 2) Synthese und Katalyse mit der Entwicklung der asymmetrischen Katalyse und der Anwendung neuartiger katalytischer Methoden in der Naturstoffsynthese und biomolekularen Chemie als Schwerpunkt. Die Chiralität ist ein Leitmotiv unserer Forschung.
Hobbys:	Landwirtschaft, Eisschnell-Lauf, Ski fahren, Geschichte

Wenn ich für einen Tag jemand anders sein könnte, wäre ich ...

Leonardo da Vinci.

Meine größte Leistung bisher war ... die Konzeptionierung eines molekularen Motors.

Ich warte auf die Entdeckung ... der molekularen Grundlagen für die Funktionsweise unseres Gehirns.

Chemie macht Spaß, weil ... sie Leidenschaft, Entdeckung, Design, Kunst und Anwendung verbindet.

Meine größte Motivation ist ... die mit der Entdeckung, der Schönheit und der Funktion von molekularen Systemen verbundene Freude.

Die Geheimnisse, die einen erfolgreichen Wissenschaftler ausmachen, sind ... sich gemeinsam mit seinen Studenten auf ein Abenteuer mit der Natur einzulassen und an Problemstellungen zu arbeiten, für die man die Antworten noch nicht kennt.

Der beste Rat, der mir je gegeben wurde, war ... an etwas Neuartigem und Wichtigem zu arbeiten.

Der schlechteste Rat, der mir je gegeben wurde, war ... dass das zur Debatte stehende chemische Problem für zu kompliziert für die Forschung sei.

Wenn ich ein Laborgerät sein könnte, wäre ich ... ein Rührer.

Die wichtigsten Fortschritte in der Chemie in den letzten hundert Jahren waren ... die Stickstoff-Fixierung und Antibiotika.

Die aktuell wichtigsten Herausforderungen für Chemiker sind ... „künstliches Leben“ zu erschaffen und die grundlegenden wissenschaftlichen Durchbrüche zu erlangen, die zu nachhaltigen Materialien und Prozessen für unsere Zukunft führen werden.

Junge Leute sollten Chemie studieren, weil ... man selbst eine komplett „neue Welt“ erfinden kann.

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

Trotz aller Fortschritte der Computerchemie entwerfe ich als synthetischer Chemiker die meisten meiner neuen Moleküle mit Kreide an der Tafel. Die größten Unterschiede sind die Geschwindigkeit, mit der neue Materialien hergestellt werden und ihre physikalische Daten bestimmt werden; verglichen mit vor 25 Jahren sind die Labore heute voll mit den fortschrittlichsten Geräten und insbesondere die neuen Chromatographie-, NMR-Spektroskopie-, MS-, und Oberflächenanalyse-Methoden bedeuten einen Riesenunterschied zu früher. Die Katalyse hat die Kunst der chemischen Synthese stark beeinflusst. Eine andere bedeutende Entwicklung ist der Übergang von der Synthese von Molekülen zum Design von Funktionen. Natürlich gab es eine enorme Verschiebung der Grenzen unserer Disziplin hin zu den Grenzen zwischen Chemie und Biologie und Chemie und Materialwissenschaften. Molekularbiologische Methoden und Verfahren der Oberflächenforschung sind heute Routineverfahren in vielen chemischen Arbeitsgruppen, einschließlich der unseren.

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

Die Grundlage ist immer noch die Kombination molekularer Designs und der Synthese mit eingehenden physiko-organischen Untersuchungen von Mechanismen und Funktionen, aber es hat eine deutliche Verlagerung unserer Arbeit hin zu größerer Komplexität und chemischen Systemen stattgefunden. Bereits in den 1990ern merkten wir, dass es oft nicht genügte, einfach ein Molekül herzustellen und dass wir an das Hauptproblem im Rahmen eines System-Verfahrens herangehen mussten. Dieses Verfahren beinhaltet, außer unserer Fähigkeit neue Moleküle zu synthetisieren, die präzise Kontrolle der Funktion, der Organisation, von Grenzflächenphänomenen, hierarchischer Ebenen und die Kontrolle der Dynamik. Als Konsequenz dieser multidisziplinären Herangehensweise arbeiten heute auch junge Wissenschaftler mit einem physikalischen oder biochemischen Werdegang in meiner Arbeitsgruppe.

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

Abgesehen davon, dass wir heute Ergebnisse auch in Physik-Zeitschriften und materialwissenschaftlichen Journalen veröffentlichen, eigentlich nicht.

Was glauben Sie hält die Zukunft für Ihr Forschungsgebiet bereit?

Für die Chemie ganz allgemein sieht die Zukunft sehr rosig aus. Viele der Hauptfragestellungen im Zusammenhang mit Energie, Gesundheit, Nah-

rungsmitteln, nachhaltigen Materialien und Prozessen, um nur einige der gesellschaftlich und wirtschaftlich wichtigen Gebiete zu nennen, werden wohl nicht ohne bedeutende Durchbrüche in der Chemie gelöst werden können. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde es bereits zum Jahrhundert der Biologie ausgerufen. Mir scheint jedoch, dass die grundlegenden Strukturen, Funktionen und Prozesse der komplexen Systeme des Lebens auf der Chemie basieren, daher könnten in 50 Jahren sehr wohl die Molekularwissenschaften in all ihrer Komplexität federführend sein. In meiner eigenen Forschung ist besonders spannend, die Herausforderung von dynamischen molekularen Systemen außerhalb des Gleichgewichts anzugehen und Replikations- und Amplifikationsmechanismen im Zusammenhang mit der Chemiogenese zu untersuchen.

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

Das Hauptaugenmerk meiner Forschung war schon immer die Stereochemie. Die Chiralität ist nicht nur eine intrinsische Eigenschaft allen Lebens auf der Erde, sondern sie hängt auch mit vielen Gebieten der Chemie zusammen, die von der Katalyse bis zu Wirkstoffen und Flüssigkristall-Bauteilen reichen. Viele Aspekte der Chiralität sind nicht vollständig aufgeklärt; zum Beispiel ist eine grundlegende Vorhersage der Enantioselektivität einer Umwandlung nach mehr als 40 Jahren fantastischer Fortschritte in der asymmetrischen Katalyse immer noch nicht möglich! Bei Teilen unserer Forschung hat sich der Schwerpunkt einige Male geändert, zum Beispiel von der Lösung hin zur Oberfläche oder von Molekülen zu supramolekularen Multikomponenten-Systemen. Der Grund ist, dass wir spezifische Problemstellungen lösen mussten. So konnten wir z. B. unseren „Nano-Windmühlenpark“, der aus einer Monolage unidirektional angebrachter Licht-betriebener molekularer Motoren besteht, bauen und seine Funktion unter Beweis stellen, indem wir uns alle Verfahren für die Selbstorganisation und Charakterisierung auf Oberflächen aneigneten. Diese Veränderung brachte auch die Anschaffung und die Handhabung aller für diese Art der Forschung notwendigen neuen Instrumente, wie Laser, STM und AFM mit sich.

Was hat Sie am stärksten beeinflusst/motiviert?

Die schiere Freude an der Entdeckung und die Möglichkeit, seine Leidenschaft mit intelligenten jungen Studenten zu teilen ist meine hauptsächliche Motivationsquelle. Vielleicht hat mich das der Chemie innewohnende Potential, mit ihrer Hilfe nicht nur Sachverhalte zu verstehen, sondern auch noch nie da gewesene Moleküle und Materialien zu

kreieren, die manchmal einen enorm wichtigen Zweck erfüllen (z.B. ein lebensrettendes Medikament), sehr beeinflusst. Wir stellen der Natur oft die Fragen „warum“ und „wie“, aber mir macht es auch sehr viel Spaß zu fragen: „warum nicht?“

Welchen Rat würden Sie dem wissenschaftlichen Nachwuchs geben?

Sucht euch wichtige Fragestellungen der Chemie aus und scheut euch nicht davor, Neuland zu betreten. Aber vielleicht ist die wichtigste Voraussetzung, dass man neugierig und willens ist, sich auf ein Abenteuer mit Molekülen einzulassen. Zweitens: zeige Durchhaltevermögen und gib nicht zu leicht auf. Ich weiß, dass es Wissenschaftler gibt, die gerne an Fragestellungen arbeiten, zu denen sie die Antwort bereits kennen. Ich bin überzeugt, dass es interessanter ist, Herausforderungen anzunehmen,

deren Antwort man noch nicht kennt. Es ist extrem wichtig, ein wenig wagemutig zu sein und sich nicht zu sehr an dem zu orientieren, was die meisten älteren Kollegen tun. Geh deinen eigenen Weg! Wir bauen natürlich alle auf dem auf, was unsere Helden vor uns erreicht haben, aber man darf nie vergessen, dass es um uns herum so viele fantastische Fragen und Herausforderungen gibt. Sucht euch etwas aus, das von Bedeutung ist!

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

Ich bin mir nicht sicher, ob es ein Geheimnis gibt. Falls es eines gibt, ist es meine Liebe zur Stereochemie, die chirale „Linse“, durch die man Moleküle betrachten kann; die Natur gibt einem oft das Gefühl im Wunderland zu sein.

Meine fünf Top-Paper:

1. „Light-driven monodirectional molecular rotor“: N. Koumura, R. W. J. Zijlstra, R. A. van Delden, N. Harada, B. L. Feringa, *Nature* **1999**, *401*, 152–155.
Das erste Beispiel eines molekularen Motors, der angetrieben durch Licht als Energiequelle kontinuierliche Rotationsbewegungen ausführen kann, wird beschrieben. Der Artikel schaffte die Voraussetzungen für eine komplett neue Entwicklung in Richtung durch Licht und chemisch angetriebener molekularer Motoren und dynamischer Nichtgleichgewichtssysteme, die durch Energiezufuhr angetrieben werden.
2. „Molecular machines: Nanomotor rotates microscale objects“: R. Eelkema, M. M. Pollard, J. Vicario, N. Katsonis, B. Serrano Ramon, C. W. M. Bastiaansen, D. J. Broer, B. L. Feringa, *Nature*, **2006**, *440*, 163.
Wir zeigen hier, dass ein molekularer Motor auf der Nanoskala – wenn auch indirekt – ein Mikrometergroßes Objekt bewegen kann. Es war uns eine Freude zeigen zu können, dass ein Motor sichtbare Bewegung auslösen kann. Die Transmission molekularer Dynamik und Organisation über verschiedene hierarchische Ebenen war der Ausgangspunkt etlicher neuer Herangehensweisen an dynamische supramolekulare Systeme.
3. „DNA-based Asymmetric Catalysis“: G. Roelfes, B. L. Feringa, *Angew. Chem.* **2005**, *117*, 3294–3296.
Die aufregende Beobachtung, dass die der DNA innewohnende chirale Information in der Katalyse übertragen werden kann und daher bei einer Vielfalt

von Umwandlungen in Wasser zu absoluter Stereokontrolle führen kann, wird in diesem Beitrag beschrieben. Viele Verfahren zur DNA-basierten Katalyse sind in den letzten Jahren gefolgt.

4. „Copper-catalyzed conjugate addition of Grignard reagents to cyclic enones“: B. L. Feringa, R. Badorrey, D. Peña, S. R. Harutjunyan, A. J. Minnaard, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2004**, *101*, 5834–5838.
Nach 15 Jahren haben wir es endlich geschafft, die schwer fassbaren Grignard-Reagentien für katalytische Konjugat-Additionen zugänglich zu machen. Diese Umwandlung und die artverwandte Kupfer-katalysierte allylische Substitution haben bereits weitreichende Anwendungen in anderen Totalsynthese-Arbeitsgruppen gefunden.
5. „Enantioselective, durch neuartige chirale Phosphoramidit-Kupferkomplexe katalysierte konjugierte Addition von Dialkylzink-Reagentien an cyclische und acyclische Enone“: A. H. M. de Vries, A. Meetsma, B. L. Feringa, *Angew. Chem.* **1996**, *108*, 2526–2528; *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* **1996**, *35*, 2374–2376.
Die Einführung einzigartiger einzähniger chiraler Phosphoramidit-Liganden für die Katalyse erlaubte uns die Entwicklung der ersten katalytischen Konjugat-Addition von Organozink-Reagentien mit nahezu absoluter Stereokontrolle, aber führte auch zur Entwicklung Dutzender katalytischer auf Phosphoramiditen basierender asymmetrischer Umwandlungen in den folgenden Jahren.

DOI: 10.1002/ange.201006997