



Introduction to Molecular Magnetism

Molekularer Magnetismus – die Untersuchung magnetischer Eigenschaften von Molekülen und molekulären Materialien – ist bereits seit einigen Jahrzehnten ein wichtiges Forschungsfeld. Frühe Interessengebiete und theoretische Grundlagen sind in dem Lehrbuch von O. Kahn beschrieben.^[1] Mitte der 90er Jahre führte die Entdeckung, dass bestimmte, mittlerweile als Einzelmolekülmagnete (SMMs) bezeichnete Moleküle einen allein auf molekularem Ursprung basierenden magnetischen Gedächtniseffekt zeigen, zu einer enormen Zunahme der Forschungsaktivitäten. Nach der Entdeckung des Quantentunnelns der Magnetisierung und der Quantenphaseninterferenzeffekte wurde das Forschungsgebiet auch für Physiker äußerst interessant. Vor allem Übergangsmetallcluster wurden untersucht, da sie, zumindest die „Spin-only“-Ionen, für theoretische Studien und Modellbetrachtungen sehr gut geeignet waren. Eine umfassende Übersicht über theoretische und experimentelle Studien ist in *Molecular Nanomagnets* zu finden.^[2]

Das vorliegende Buch ist keine bloße Aktualisierung dieses Lehrbuchs aus dem Jahr 2006, sondern es spiegelt die wichtigsten Entwicklungen der letzten zehn Jahre wider, in denen auch Lanthanoidionen eine bedeutende Rolle gespielt haben. Beispielsweise werden Themen wie die Erhöhung der thermischen Barriere der magnetischen Relaxation in SMMs, die kohärente Kontrolle des Einzelektronen- und Kernspins sowie Effekte der molekularen Spintronik behandelt. Ein großer Teil des Buchs ist der Beschreibung magnetischer Eigenschaften von Lanthanoidionen und deren Elektronenstruktur gewidmet. Dieser Bereich ist deutlich komplizierter zu beschreiben als einfache „Spin-only“-Ionen. Eine lehrreiche Abhandlung zu diesem Thema, die beim Leser keine umfangreichen Vorkenntnisse voraussetzt, ist deshalb hoch willkommen.

Nach einem kurzen historischen Überblick über das Gebiet des molekularen Magnetismus werden die Grundlagen der Elektronenstruktur isolierter Übergangsmetall- und Lanthanoidionen, wie Kristalfeldtheorie, Spin-Bahn-Kopplung, Zeeman-Effekt und magnetische Anisotropie, erläutert. Außerdem wird auf Spin-Hamilton-Operatoren und ihre Einschränkungen, Molekülorbital-Behandlungen, Austauschwechselwirkungen, dynamische magnetische Eigenschaften (Relaxation) und einige experimentelle und theoretische Untersuchungsmethoden näher eingegangen. Da die Be-

handlung von isolierten und gekoppelten orbitaldegenerierten Ionen in diese Kapitel integriert ist, wird erfreulicherweise ein separates Kapitel über diese Ionen vermieden. Neben den vorrangig beschriebenen Lanthanoidionen werden auch orbitaldegenerierte Übergangsmetallionen, besonders sechsfach koordinierte Co(II)-Ionen, diskutiert.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit einigen sehr aktuellen Bereichen des Molekularen Magnetismus, die Einsteigern in dieses Gebiet weniger bekannt sein dürften. Diese Kapitel mit ausgezeichneten Einführungen zählen zu den Stärken des Buchs. Themen wie molekulare Spintronik, Quanteninformationsverarbeitung, Magnetokalorik, lanthanoidbasierte Einzelmolekülmagnete und Einzelkettenmagnete werden behandelt. Die Untersuchungen über Dysprosiumverbindungen sind so umfangreich, dass ihnen ein separates Kapitel gewidmet wird. Bekanntere Forschungsbereiche wie die Verwendung von Lanthanoidverbindungen in der magnetischen Kernresonanz (NMR) und Kernspintomographie (MRI) werden ebenfalls berücksichtigt.

Obwohl in dem Buch ein weites Gebiet abgedeckt wird, werden alle wichtigen Themen angemessen erörtert. Wer sich mit molekularem Magnetismus beschäftigen will, erhält hier einen guten Überblick über aktuelle Forschungen und hilfreiche Hinweise auf Originalarbeiten und detailliertere Berichte. Neulinge werde auch erkennen, welche theoretischen Kenntnisse sie sich noch aneignen müssen, um die magnetischen Eigenschaften von Lanthanoidverbindungen nicht nur oberflächlich zu verstehen. Leider sind einige Druckfehler aufgefallen, die hoffentlich korrigiert oder als Errata gekennzeichnet werden. Außerdem könnte die Auflösung einiger Abbildungen höher sein. Das Buch ist nicht immer leicht zu lesen, aber der Stoff ist ja auch nicht trivial. Die Autoren haben mit ihren Ausführungen sehr viel zum Verständnis der magnetischen Eigenschaften von Molekülen beigetragen. Interessierte Leser, egal welche Vorkenntnisse sie haben, können von diesen ausgezeichneten Lehrern nur lernen.

Eric J. L. McInnes

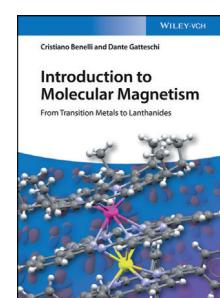
School of Chemistry, The University of Manchester
Manchester M13 9PL (Großbritannien)

Internationale Ausgabe: DOI: 10.1002/anie.201511481

Deutsche Ausgabe: DOI: 10.1002/ange.201511481

[1] O. Kahn, *Molecular Magnetism*, VCH, New York, 1993.

[2] D. Gatteschi, R. Sessoli, J. Villain, *Molecular Nanomagnets*, Oxford University Press, 2006.



Introduction to Molecular Magnetism
From Transition Metals to Lanthanides
Von Cristiano Benelli und
Dante Gatteschi. Wiley-VCH,
Weinheim 2015. 520 S., geb.,
99,00 €.—ISBN 978-
3527335404