

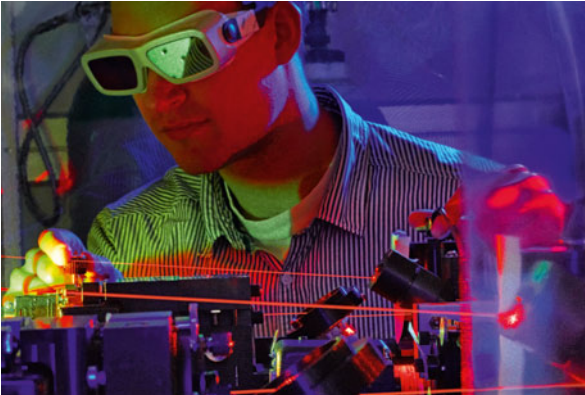
Die getarnten Ionen

Jedes Molekül hat ein individuelles Spektrum – seinen spezifischen Fingerabdruck. Daraus versuchen Forscher, die Eigenschaften der Teilchen abzulesen. Prof. Dr. Frédéric Merkt von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich gelang bislang Unerreichtes: Mit von ihm entwickelten Laserlichtquellen, spektroskopischen Instrumenten und Methoden lassen sich wichtige Ionen erstmals charakterisieren. Dafür erhielt er den Otto-Bayer-Preis.



Teilchenexperten: Prof. Frédéric Merkt (li.) hat es mit seinen Mitarbeitern wie Pitt Allmendinger geschafft, Ionen spektroskopisch zu untersuchen.

Spannende Forschung fördern



Der Otto-Bayer-Preis wird von der Bayer Science & Education Foundation vergeben. Damit werden Naturwissenschaftler geehrt, die wegweisende Forschungsbeiträge auf innovativen Gebieten der Chemie und Biochemie geleistet haben. Die Stiftung verfolgt als vorrangige Ziele die Ehrung herausragender Forschungsleistungen, die Förderung wissenschaftlicher Talente und die Unterstützung bedeutender naturwissenschaftlicher Schulprojekte.

Durchblick im Lichtspektrum: Im Laserlabor der ETH Zürich arbeiten Chemiker wie Heiner Saßmannshausen zum Teil mit selbst entwickelten Laserlichtquellen und Geräten.

Die Welt wird vermessen, im Großen wie im Kleinen – immer detaillierter. Auch Experten aus der physikalischen Chemie widmen sich dieser Aufgabe: Sie charakterisieren Atome und Moleküle und modellieren komplexe chemische Reaktionen wie Verbrennungen in Kraftwerken und Motoren oder den Treibhauseffekt in der Atmosphäre. So lassen sich nicht nur Klimaveränderungen besser vorhersagen, sondern auch Produktionsprozesse in der chemischen oder Automobilindustrie optimieren. Die Wissenskette fängt mit dem Verständnis einzelner Moleküle und elementarer Prozesse an. Doch einige dieser Bausteine stellen die Forscher vor Rätsel. Denn ein Molekültyp hat bislang der Wissenschaft Schwierigkeiten bereitet: die sogenannten Ionen – elektrisch geladene Teilchen.

Der Trick: Ionen werden geschickt getarnt

Das Problem ist ihre Ladung: Ionen stoßen sich gegenseitig ab, wie zwei gleiche Magnetpole. „Das stört die Messung und macht sie unempfindlich und ungenau“, sagt Prof. Dr. Frédéric Merkt, Chemiker an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich. Ihm und seinem Team ist es gelungen, die Eigenschaften wichtiger Ionen wie zum Beispiel des Methankations CH_4^+ , des Ozonkations O_3^+ und des Wasserstoff-Molekülions H_2^+ zu bestimmen. Der Trick: Sie versetzen die

Moleküle in einen sogenannten Rydberg-Zustand. „Dadurch tarnen wir die Ionen gewissermaßen – und nehmen ihnen die ungewünschte Ladung“, erläutert Merkt. Für seine Untersuchungen hat der 47-Jährige den Otto-Bayer-Preis erhalten.

Wer ein Molekül charakterisieren möchte, muss wissen: „wie es sich dreht, wie die Atome um ihre Gleichgewichtslage schwingen und wie die Elektronen sich um die Atomkerne bewegen“, erklärt Merkt. So lassen sich die exakten chemischen und physikalischen Eigenschaften ermitteln. Bei der Molekülspektroskopie regt Licht – elektromagnetische Strahlung – die Moleküle an und induziert in diesen weitere photochemische und -physikalische Prozesse. So entsteht ein für jedes Molekül spezifisches Spektrum.

„Das ermöglicht auch, Moleküle erst nachzuweisen“, so der Chemiker. Das ist etwa für Astro- und Atmosphärenphysiker interessant, die mit Molekülspektren untersuchen, wie sich die Atmosphäre verändert. Sie könnten von Merkts Arbeit profitieren, denn in den oberen Schichten der gasförmigen Erdhülle entstehen auch Ionen. Dort ist die Sonnenstrahlung so energiereich, dass viele Moleküle ionisiert werden: Ein negativ geladenes Elektron spaltet sich vom Molekül ab und hinterlässt es als positiv geladenes Teilchen, als Kation.

Die Spektren vieler wichtiger Kationen waren bislang nicht bekannt. Doch Merkts Team ist den widerwilligen Molekülen

auf die Schliche gekommen: „Wir versetzen ungeladene Moleküle in einen Zwitterzustand, der zwischen geladen und ungeladen liegt“, erklärt Merkt. Dafür regen die Forscher eines der äußeren Elektronen mit vakuum-ultraviolettem Licht an, sodass sich die Moleküle um das Tausendfache aufblähen. In diesen Riesenmolekülen zieht das äußerste Elektron weite Bahnen. „Wie ein Satellit, der gerade noch vom Schwerefeld der Erde gehalten wird“, vergleicht Merkt und ergänzt: „Nur ein wenig mehr Energie und das Elektron würde sich abspalten und ein Kation zurücklassen.“ Dieser hochangeregte Zustand heißt auch Rydberg-Zustand.

Rydberg-Zustand ermöglicht Vermessung von Ionen

Dabei sind die Moleküle ungeladen, doch sie ähneln einem Kation. „So verhalten sie sich fast wie Ionen, stoßen sich aber eben nicht gegenseitig ab“, erklärt Merkt. Die Erkenntnisse aus spektroskopischen Untersuchungen an Rydberg-Zuständen lassen sich daher auf Ionen übertragen. „Aus den Spektren lassen sich auch die Wechselwirkungen zwischen Ion und Elektron sowie der elementare Prozess der Photoionisation detailliert erforschen“, sagt er. Die Vermessung der Moleküle ist also noch lange nicht zu Ende.



www.research.bayer.de/spektroskopie

Weitere Infos zum Thema