Metallisches Wasser zum ersten Mal unter terrestrischen Bedingungen hergestellt

Categories : Aktuelles, Fokus, Gewinnung & Nutzung, Wasseraufbereitung

Date : 9. August 2021

Ein schlechter Leiter für Elektrizität ist reines Wasser. Es ist in der Tat ein elektrischer Isolator. Um Elektrizität zu leiten, muss Wasser zum Beispiel gelöste Salze enthalten, doch die Leitfähigkeit eines solchen Elektrolyten ist relativ gering, um mehrere Größenordnungen geringer als die von Metallen. Ist es möglich, Wasser herzustellen, das so leitfähig ist wie z. B. Kupferdraht? Wissenschaftler haben die Hypothese aufgestellt, dass dies in den Kernen großer Planeten geschehen könnte, wo ein hoher Druck die Wassermoleküle so weit komprimiert, dass sich ihre Elektronenhüllen zu überlappen beginnen. Derzeit übersteigt die Erzeugung eines solchen Drucks auf der Erde die Möglichkeiten des Menschen, so dass man davon ausging, dass die Herstellung von metallischem Wasser unter irdischen Bedingungen auf absehbare Zeit ein unerreichbares Ziel bleiben würde. Ein internationales Forscherteam unter der Leitung von Pavel Jungwirth vom IOCB Prag hat jedoch eine neue Methode entwickelt, mit der es ihnen gelungen ist, metallisches Wasser unter irdischen Bedingungen herzustellen, das mehrere Sekunden lang anhält.
Die Idee, mit Hilfe von enormem Druck Metall aus Wasser herzustellen, ist nicht neu. Im Prinzip sollte es möglich sein, Wassermoleküle so weit zu komprimieren, dass sich ihre Elektronenschalen überlappen und ein so genanntes Leitungsband bilden, ähnlich wie in metallischen Werkstoffen. Der dafür erforderliche Druck von 50 Mbar (d. h. etwa 50 Millionen Mal höher als auf der Erdoberfläche) findet sich in den Kernen großer Planeten, ist aber unter irdischen Bedingungen noch nicht zu erreichen.
In Zusammenarbeit mit Forschern der University of South Carolina, des Fritz-Haber-Instituts und anderen Instituten hat Jungwirths Team kürzlich eine Methode entwickelt, mit der es möglich ist, metallisches Wasser herzustellen, ohne dass dafür hoher Druck erforderlich ist. Die Methode baut auf früheren Forschungsarbeiten der Pavel Jungwirth Gruppe auf, die sich mit dem Verhalten von Alkalimetallen in Wasser und flüssigem Ammoniak beschäftigten. Angeregt durch Arbeiten mit Alkalimetall-Flüssig-Ammoniak-Lösungen, die sich bei hohen Konzentrationen wie ein Metall verhalten, beschlossen die Forscher, die Schaffung eines Leitungsbandes nicht durch Komprimierung von Wassermolekülen, sondern durch massive Auflösung der aus dem Alkalimetall freigesetzten Elektronen zu versuchen. Dabei mussten sie jedoch ein grundlegendes Hindernis überwinden: Alkalimetalle explodieren sofort, wenn sie in Wasser gelangen.

> "Natrium in Wasser zu werfen ist eines der beliebtesten Schulexperimente und Gegenstand vieler YouTube-Videos. Wenn man einen Natriumbrocken in Wasser wirft, erhält man bekanntlich kein metallisches Wasser, sondern eine sofortige und starke Explosion, die die Apparatur zerstört. Um diese intensive und für Laborzwecke eher kontraproduktive Chemie einzudämmen, sind wir umgekehrt vorgegangen: Anstatt das Alkalimetall zum Wasser zu geben, haben wir das Wasser zum Metall gegeben.
> - Pavel Jungwirth

In einer Vakuumkammer setzten die Forscher einen Tropfen der Natrium-Kalium-Legierung einer kleinen Menge Wasserdampf aus, der sich an der Oberfläche niederschlug. Die aus dem Alkalimetall freigesetzten Elektronen lösten sich in der Wasserschicht auf der Oberfläche schneller auf als die chemische Reaktion, die zur Explosion führt. Sie waren in ausreichender Zahl vorhanden, um die kritische Grenze für die Bildung eines Leitungsbandes zu überwinden und so eine metallische Wasserlösung entstehen zu lassen, die neben den Elektronen auch gelöste Alkali-Kationen und chemisch gebildetes Hydroxid und Wasserstoff enthielt.
"Dadurch konnten wir eine dünne Schicht goldfarbener metallischer Wasserlösung erzeugen, die mehrere

Sekunden lang anhielt, und das reichte aus, um sie nicht nur mit eigenen Augen zu sehen, sondern auch mit Spektrometern zu messen", sagt Jungwirth und fügt hinzu: "In einem kleinen Labor an unserem Institut in Prag, in dem auch die ersten Experimente stattfanden, haben wir uns die nötigen Apparaturen mehr oder weniger zusammengebastelt. Den entscheidenden Nachweis für das Vorhandensein von metallischem Wasser haben wir dann mit Röntgen-Photoelektronenspektroskopie am Synchrotron in Berlin erbracht."

Die Studie "Spectroscopic evidence for a gold-coloured metallic water solution" der Forscher des IOCB Prag und ihrer Kollegen, die jetzt in Nature veröffentlicht wurde, zeigt nicht nur, dass metallisches Wasser unter irdischen Bedingungen hergestellt werden kann, sondern liefert auch eine detaillierte Charakterisierung der spektroskopischen Eigenschaften, die mit seinem schönen goldenen Metallglanz verbunden sind.