

Wasserstoffdiffusion in MoS₂, einem neuen Katalysator für die Wasserelektrolyse

Autoren: Vitalii Kuznetsov, Wiebke Lohstroh, Detlef Rogalla, Hans-Werner Becker, Thomas Strunskus, Alexei Nefedov, Eva Kovacevic, Franziska Traeger und Peter Fouquet

Im Rahmen dieses Projekts soll ein besseres Verständnis für die Diffusion von Wasserstoff in Molybdändisulfid MoS₂, einem aussichtsreichen Katalysator für die Wasserstoffentwicklung (HER), geschaffen werden. Es werden Methoden der Grundlagenforschung angewendet, um das Verhalten des Wasserstoffs in der MoS₂-Kristallstruktur auf mikroskopischem Niveau zu untersuchen, mit Wasserstoff in Platin zu vergleichen und schließlich mit der makroskopisch messbaren, katalytischen Reaktivität des Materials in Verbindung zu bringen. Idealerweise liefert dieser Ansatz wichtige Impulse für Materialentwicklung hin zu höherer Aktivität.

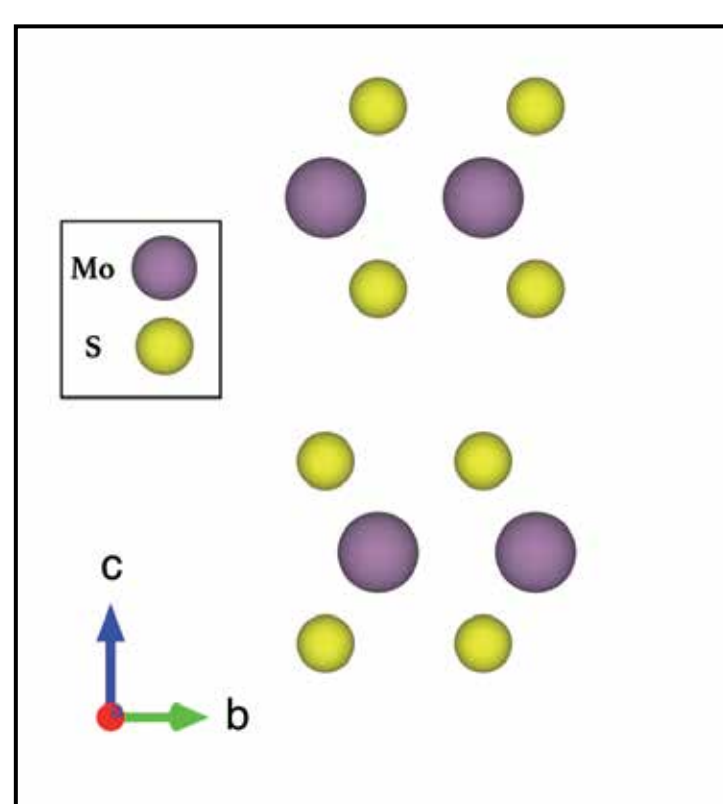


Abb. 1:
Kristallstruktur von MoS₂ in Seitenansicht.

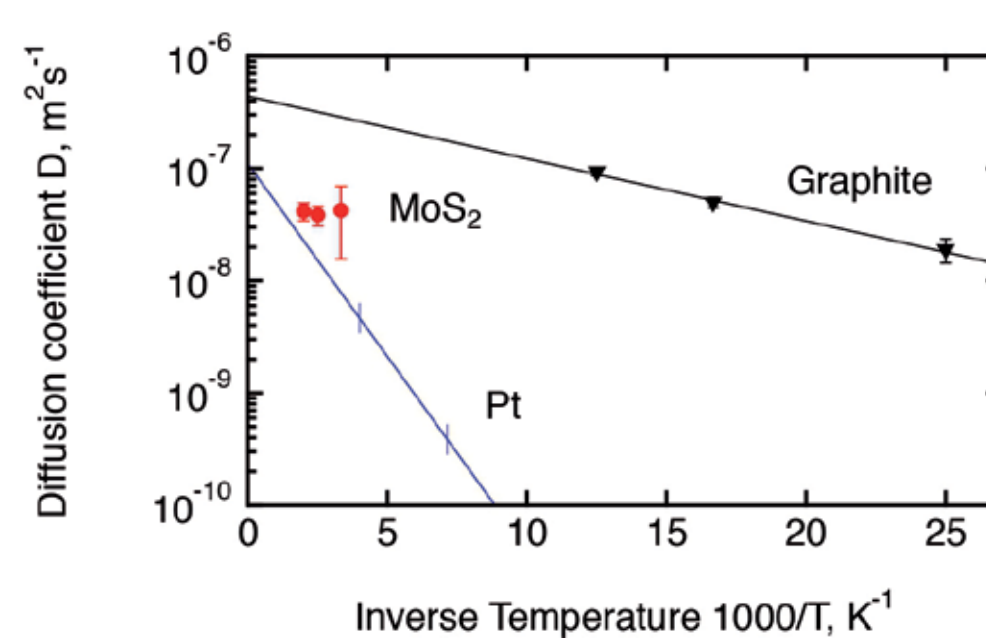


Abb. 2:
Geschätzter Diffusionskoeffizient für Wasserstoffdiffusion in MoS₂, Platin und exfoliertem Graphit.

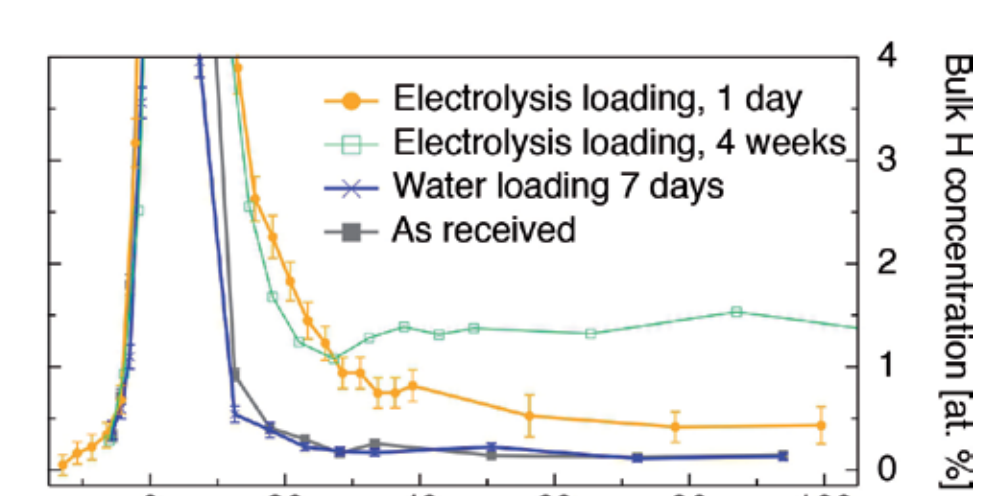


Abb. 3:
Wasserstoffkonzentration im Volumen von MoS₂, das elektrolytisch mit Wasserstoff beladen wurde.

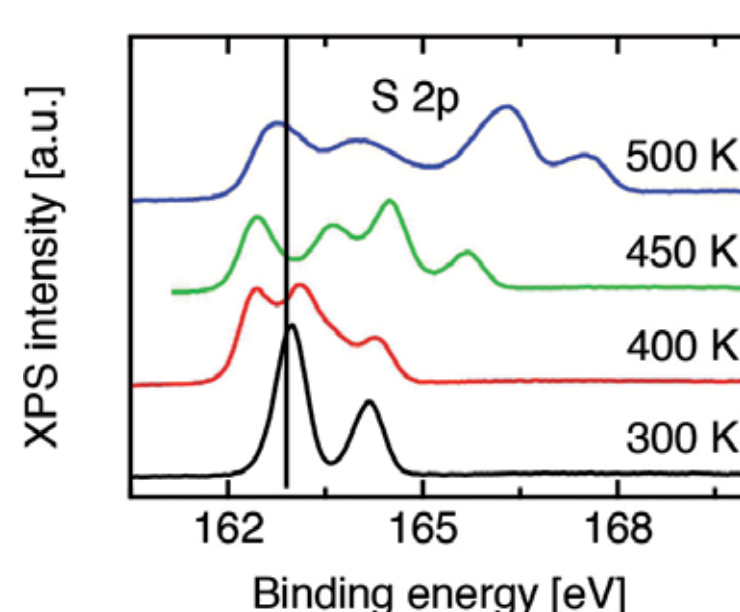


Abb. 4:
Röntgen-Photoelektronenspektrum einer mit Wasserstoff beladenen MoS₂-Oberfläche.

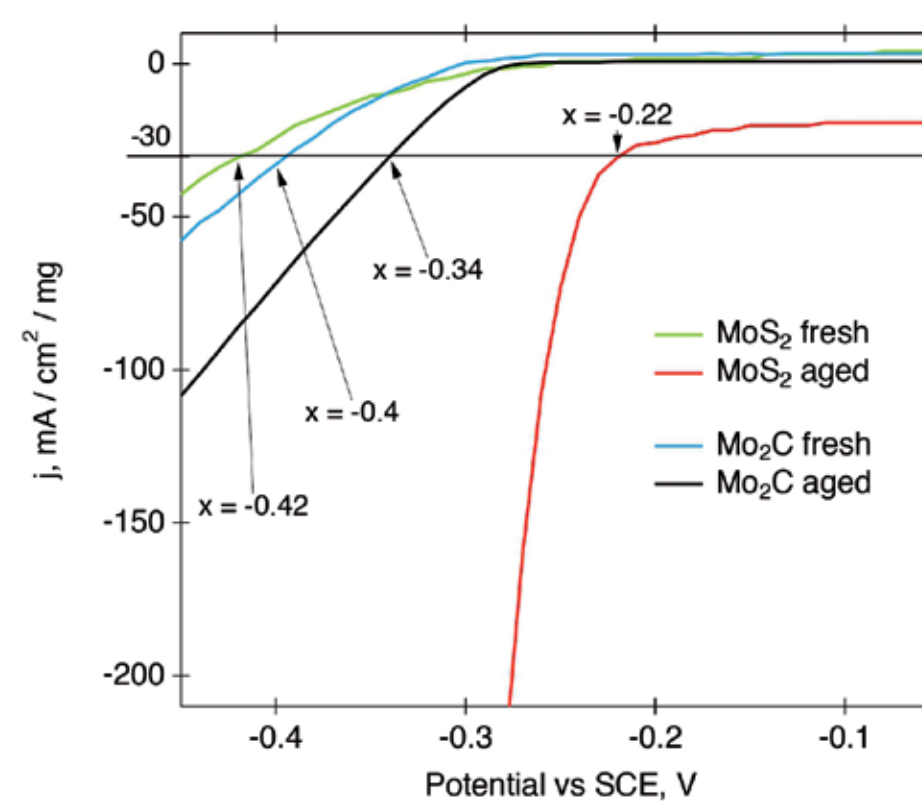


Abb. 5:
Lineare Voltammetrie von MoS₂- und Mo₂C-Pulvern, in frischem Zustand und nach zweimonatiger Lagerung in Wasser.

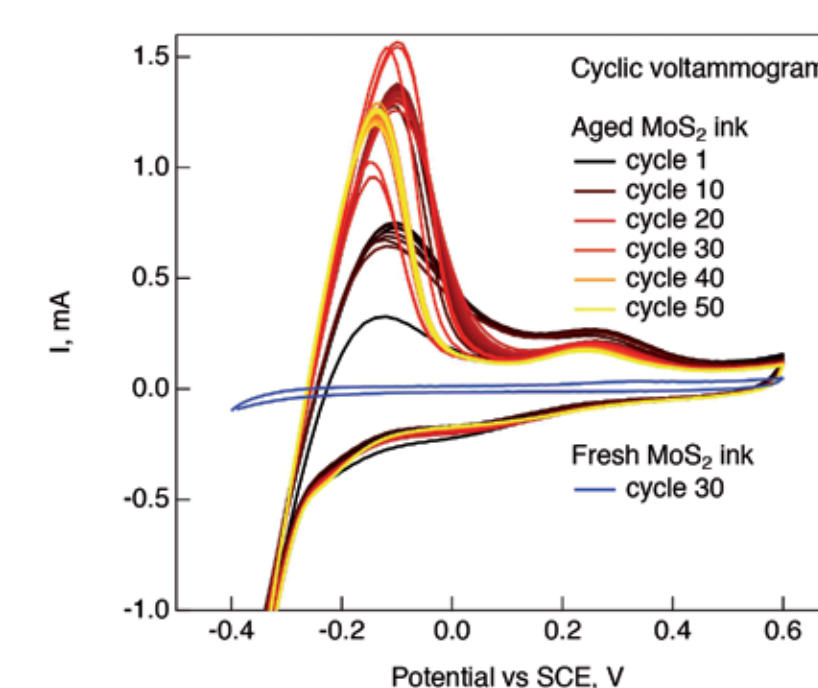


Abb. 6:
Cyclovoltammetrie von MoS₂- und Mo₂C-Pulvern, in frischem Zustand und nach zweimonatiger Lagerung in Wasser.

Neben elektrochemischen Experimenten und Probenpräparation (Einkristalle und Pulver) an der WH, Recklinghausen und Gelsenkirchen, wurden spezielle Experimente an folgenden Einrichtungen durchgeführt: Der Wasserstoffgehalt wurde mit Kernreaktionsanalyse (NRA) am RUBION, Bochum, bestimmt, Informationen zur Diffusionsgeschwindigkeit wurden mit quasielastischer Neutronenstreuung (QENS) am MLZ, Garching, und am Institut Laue-Langevin, Grenoble (Frankreich), gemessen und die chemische Zusammensetzung der Oberfläche wurde am HZB, Berlin, analysiert.

Nach derzeitigem Stand der Analyse zeigt sich, dass sich elektrochemisch in MoS₂ eingebrachter Wasserstoff langsamer zwischen den Molybdändisulfid-Lagen (Abb. 1) bewegt als in katalytisch inaktivem exfoliertem Graphit und schneller als in katalytisch aktivem Platin (Abb. 2). In geringerem Ausmaß finden auch Sprünge von einer Lage zur anderen statt (Abb. 3). Es bilden sich zwei Bereiche auf der Oberfläche mit unterschiedlichem chemischen Verhalten bei Temperaturerhöhung (Abb. 4). Für kommerzielles MoS₂-Pulver wird keine herausragende makroskopische katalytische Aktivität gefunden, allerdings bringt eine zweimonatige Lagerung in Wasser die Stromdichten auf ein technologisch nutzbares Niveau.

Kontakt

Prof. Franziska Traeger
Lehrgebiet Physik und Physikalische Chemie
Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Tel. + 49 2361-515
E-Mail: franziska.traeger@w-hs.de

Vitalii Kuznetsov
Institut Laue-Langevin
71 avenue des Martyrs
38042 Grenoble, Frankreich
E-Mail: kuznetsov@ill.fr

Westfälische Hochschule
August-Schmidt-Ring 10
45665 Recklinghausen
www.w-hs.de