

Metallpulver: umweltfreundlicher Brennstoff der Zukunft?

Team des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung und der Technischen Universität Eindhoven untersuchen, wie Eisen zur Speicherung und zum Transport von Energie genutzt werden kann

Nachhaltige Energie kann aus Wind, Sonne und Wasser gewonnen werden. Solche erneuerbaren Energiequellen sind jedoch wetterabhängig: In Spitzenzeiten von Wind und Sonne wird überschüssige Energie erzeugt, die in Zeiten mit weniger Wind und Sonnenschein benötigt wird. Doch wie lässt sich diese überschüssige Energie effizient speichern und transportieren? Bislang gab es keine zuverlässige, sichere und kostengünstige Möglichkeit, eine große Menge Energie möglichst kompakt zu speichern. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung (MPIE) und der Technischen Universität Eindhoven haben nun untersucht, wie Metalle, insbesondere Eisen, zur Energiespeicherung verwendet werden können und welche Parameter die Effizienz der Speicherung und Wiederverwendung bestimmen. Ihre jüngsten Ergebnisse haben sie in der Zeitschrift *Acta Materialia* veröffentlicht.

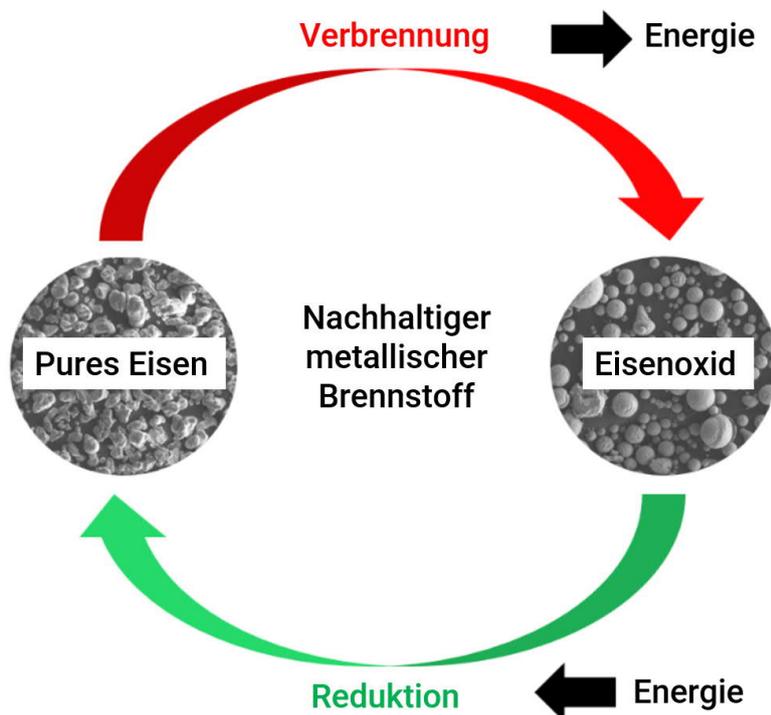
Schaffung eines zirkulären Reduktions- und Verbrennungsprozesses

„Energie in Metallen zu speichern und diese zu verbrennen um die gespeicherte Energie wieder freizusetzen, ist eine Methode, die bereits in der Luft- und Raumfahrttechnik angewendet wird. Unser Ziel war es zu verstehen, was genau bei der Speicherung und Verbrennung von Eisen auf der Mikro- und Nanoskala passiert und wie die Veränderung der Mikrostruktur die Effizienz des Prozesses beeinflusst. Außerdem wollten wir herausfinden, wie man diesen Prozess mit so geringen energetischen Verluste wie möglich, also zirkulär, aufbauen kann“, erklärt Dr. Laurine Choisez, die kürzlich ihre Postdoc-Forschung am MPIE abgeschlossen hat und Erstautorin der Veröffentlichung ist. Wenn Eisenerze zu Eisen reduziert werden, ist im reduzierten Eisen viel Energie gespeichert. Die Idee ist, diese Energie bei Bedarf aus dem Eisen herauszuholen, indem das Eisen wieder zu Eisenoxid oxidiert wird. Diese Oxidation wird auch als „Verbrennung“ bezeichnet. In Zeiten von überschüssiger Energie aus Wind, Sonne oder Wasser könnte dieses Eisenoxid wieder zu Eisen reduziert und die Energie dadurch gespeichert werden. Choisez und ihr Team am MPIE konzentrierten sich auf die Analyse der Eisenpulver nach der Reduktion und Verbrennung, wobei sie High-Tech Mikroskopie- und Simulationsmethoden einsetzten, um die Reinheit des Pulvers, die Morphologie, die Porosität und die Thermodynamik des Verbrennungsprozesses zu analysieren. Die Mikrostruktur des verbrannten Eisenpulvers ist entscheidend für die Effizienz des nachfolgenden Reduktionsprozesses und um festzustellen, ob der Reduktions- und

Verbrennungsprozess vollständig zirkulär ist, das heißt, dass keine zusätzliche Energie oder kein zusätzliches Pulver zugeführt werden muss.

Upscaling zur industriellen Nutzung

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellen zwei Verbrennungswege vor: einen, der von einer Propan-Zündflamme unterstützt wird, und einen autarken, bei dem nur das Eisenpulver als Brennstoff verwendet wird. Sie zeigen wie der Verbrennungsweg die Mikrostruktur des verbrannten Eisens beeinflusst. „Wir sind derzeit dabei, die Reduktions- und Verbrennungsschritte auf ein industriell relevantes Niveau hoch zu skalieren und die genauen Parameter wie Temperatur und Partikelgröße zu bestimmen, die benötigt werden“, erklärt Niek E. van Rooij, Doktorand in der Gruppe „Verbrennungstechnologie“ der Technischen Universität Eindhoven und Mitautor der Veröffentlichung. Die jüngste Studie hat gezeigt, dass die Verwendung von Metallen zur Energiespeicherung machbar ist. Künftige Studien werden nun untersuchen, wie die Zirkularität des Prozesses erhöht werden kann. Momentan verringert der Verbrennungsprozess die Größe einiger verbrannter Partikel. Gründe hierfür sind partielle Eisenverdampfung, Mikroexplosionen und/oder der Bruch einiger Eisenoxidpartikel.



Bei der Reduktion von Eisenoxid zu Eisen wird Energie gespeichert. Bei der Rückverbrennung von Eisen zu Eisenoxid wird Energie freigesetzt. Die Optimierung dieses Prozesses könnte zu einer vollständig zirkulären und damit nachhaltigen Energiespeicherung führen. Copyright: Laurine Choisez, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH



Verbrennung von Eisenpulver in einem Brenner im Industriemaßstab. Das Pulver wird als nachhaltiger Energieträger verwendet. Copyright: Laurine Choisez, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH

Original-Veröffentlichung:

L. Choisez, N. E. van Rooij, C. J.M. Hessels, A. K. da Silva, I. R. Souza Filho, Y. Ma, P. de Goey, H. Springer, D. Raabe: Phase transformations and microstructure evolution during combustion of iron powder. In: Acta Materialia 239 (2022) 118261. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2022.118261>

Mit einem internationalen Team betreibt das Max-Planck-Institut für Eisenforschung modernste grundlagenorientierte Materialforschung für die Themengebiete Mobilität, Energie, Infrastruktur, Medizin und Digitalisierung. Im Fokus stehen nanostrukturierte metallische Materialien sowie Halbleiter, die bis auf ihre atomare und elektrische Ebene analysiert werden. Hierdurch ist es möglich neue, maßgeschneiderte Werkstoffe zu entwickeln.

Mehr Neuigkeiten aus dem MPIE gibt es bei [LinkedIn](#), [Twitter](#) und [YouTube](#).

Kontakt:

Yasmin Ahmed Salem, M.A.
Referentin für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: y.ahmedsalem@mpie.de
Tel.: +49 (0) 211 6792 722
www.mpie.de

