

## Europäischer Forschungsrat ERC fördert Grundlagen- Forschungsprojekt zu grünem Stahl

Dierk Raabe, Direktor am Düsseldorfer Max-Planck-Institut für Eisenforschung, erhält  
2,5 Millionen Euro

Prof. Dierk Raabe, Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung (MPIE), erhält für sein Projekt "ROC" einen mit 2,5 Millionen Euro dotierten Advanced Grant vom Europäischen Forschungsrat (ERC). Der Preis ist die höchste wissenschaftliche Auszeichnung des Europäischen Forschungsrates und ermöglicht Raabe seine Grundlagenforschung zu intensivieren, um den effizientesten und nachhaltigsten Weg zur Herstellung von grünem Stahl zu finden. Das Akronym "ROC" steht für "Reducing Iron Oxides without Carbon by using Hydrogen-Plasma", also übersetzt "Reduzierung von Eisenoxiden mit Wasserstoffplasma, anstelle von Kohlenstoff".

### **Durch Wasserstoffplasma bis zu 8% der globalen Treibhausgas-Emissionen einsparen**

„Die globale Stahlindustrie ist der größte Einzelverursacher von Treibhausgasen und verantwortlich für 8% der weltweiten Kohlendioxidemissionen. Stellen Sie sich vor, welche Auswirkungen es hätte, wenn wir diese Emissionen um 80% oder noch mehr reduzieren könnten“, sagt Raabe, „deshalb freue ich mich sehr über diese renommierte Auszeichnung. Die Hebelwirkung ist enorm, denn schon kleine Schritte können helfen, gigantische Mengen an Emissionen im schnell wachsenden globalen Metallurgiesektor zu vermeiden, in dem jedes Jahr mehr als 1,8 Milliarden Tonnen Stahl produziert werden. Dieses Problem lässt sich nicht durch Trial-and-Error lösen. Es erfordert tiefe Einblicke in die zugrunde-liegenden Mechanismen, um eine 3.500 Jahre alte Industrie innerhalb weniger Jahre neu zu erfinden“. Heute werden 70% des Eisens durch die Reduktion von Erzen in riesigen Hochöfen mit Kohlenmonoxid als Reduktionsmittel gewonnen, wobei ein Eisen-Kohlenstoff-Gemisch entsteht. Dieses wird weiter in Konvertern veredelt, indem der größte Teil des Kohlenstoffs entfernt wird. Dadurch wird das Roheisen zu Stahl. Sowohl bei der Reduktion als auch bei der Veredelung entstehen enorme Kohlendioxidemissionen.

Die Industrie erforscht derzeit mehrere neue Methoden zur Herstellung von Eisen, die kohlenstoffhaltige Reduktionsmittel ersetzen. Dies geschieht zum Beispiel durch Direktreduktion im festen Zustand mit Erdgas oder Wasserstoff. Der Prozess ist jedoch langsam und viele der zugrundeliegenden Reduktionsmechanismen sind nicht gut verstanden. Das Projekt "ROC" basiert auf zwei Ansätzen: a) Verwendung von Wasserstoff-Plasma anstelle von Kohlenstoff als Reduktionsmittel für Eisenerz, so dass nur Wasser als Nebenprodukt anfällt, und b) Verwendung von moderat reduzierenden elektrischen Lichtbogenöfen, die Reduktion, Schmelzen, Mischen und

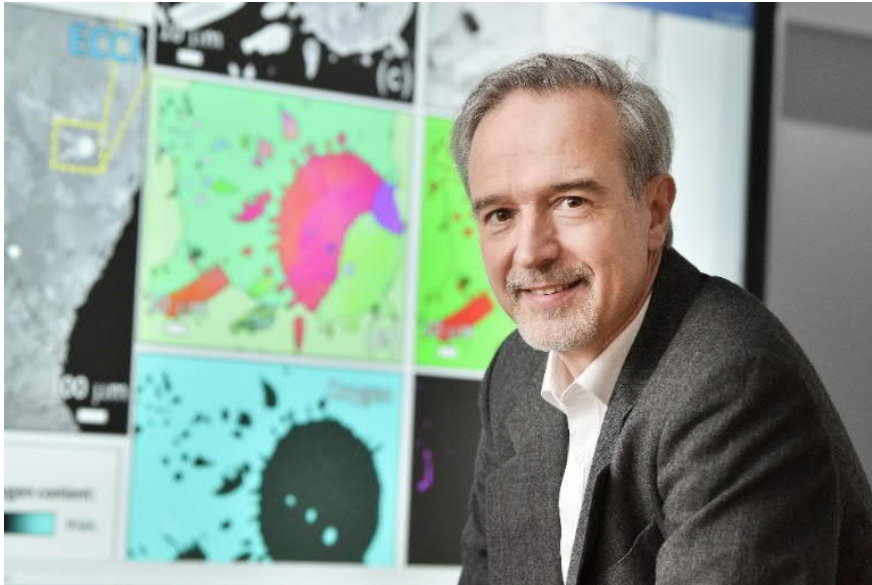
Entfernen von Verunreinigungen in einem einzigen Prozessschritt kombinieren. „Unser Ziel ist es, die physikalischen und chemischen Grundlagen der Reduktionsprozesse bis auf die atomare Skala zu erforschen. Dieses Verständnis wird es uns ermöglichen, die am besten geeigneten Reaktoren und Reduktionsmittel zu finden, um die höchsten Metallausbeuten bei geringstem Wasserstoff- und Energieverbrauch zu erzielen“, erklärt Raabe.

### **Experimentelle und computergestützte Methoden erklären Reduktionsprozesse**

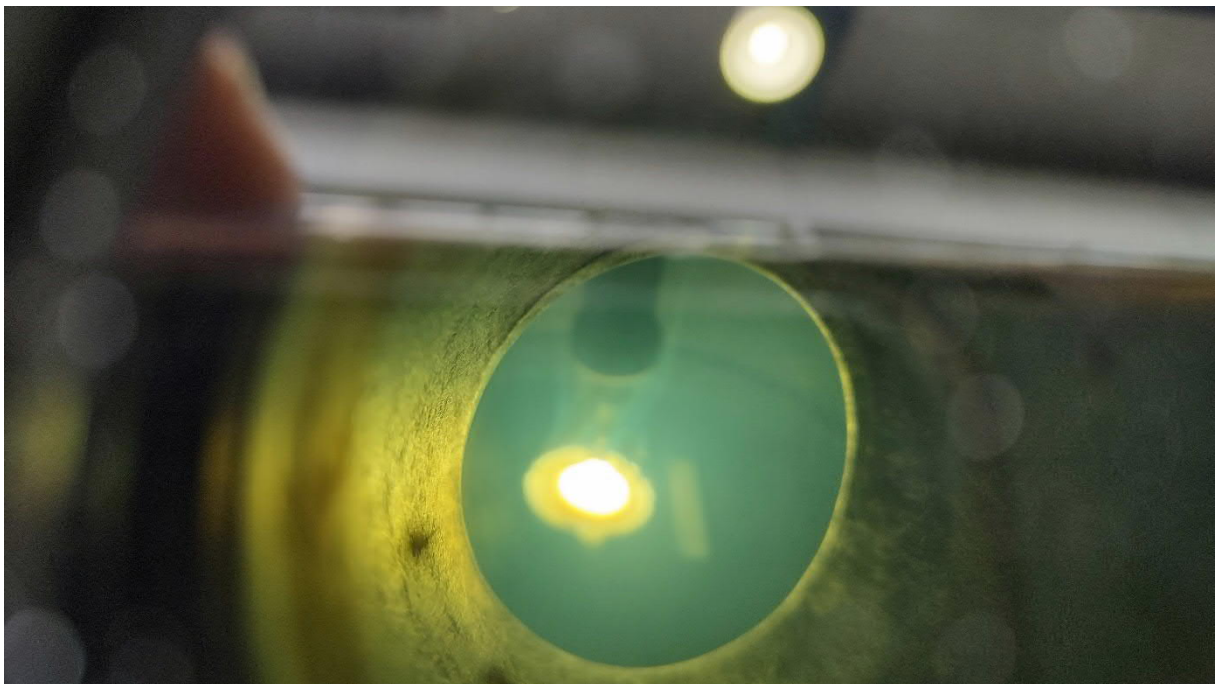
Mit dem ERC Grant werden mehrere Stellen für Wissenschaftler\*innen finanziert, und alle Abteilungen des MPIE werden an dem Projekt beteiligt sein. Raabe und sein Team werden Laboröfen, Charakterisierung auf atomarer Ebene sowie Simulations- und maschinelle Lernmethoden nutzen, um die Mechanismen und Grundlagen von Transport, Keimbildung, Phasenumwandlung, Verunreinigungen, verschiedene Erze und ihre Dispersionen sowie verschiedene Reduktions- und Plasmaparameter zu untersuchen. Der gesamte Stahlherstellungsprozess könnte auf Basis dieser Forschung kohlenstofffrei werden, wenn der Wasserstoff und der Strom aus nachhaltigen Quellen stammen und im Elektrolichtbogenofen kein Graphit verwendet wird.

Dierk Raabe studierte zunächst Musik und danach Metallurgie und Metallphysik an der RWTH Aachen, wo er 1992 promovierte und sich 1997 habilitierte. Anschließend erhielt er ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft und arbeitete zwei Jahre lang als Postdoktorand an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh (USA), bevor er 1999 als Direktor der Abteilung "Mikrostrukturphysik und Legierungsdesign" an das MPIE kam. Raabes Forschungsschwerpunkte liegen in der Multiskalenanalyse komplexer metallischer Werkstoffe und im Legierungsdesign, wobei er sowohl experimentelle als auch computergestützte Methoden kombiniert. Er hat mehrere Auszeichnungen erhalten, darunter den Gottfried Wilhelm Leibniz Preis 2004, einen ERC Advanced Grant 2012 und die Acta Materialia Gold Medal 2022.

Die Grants des Europäischen Forschungsrats gelten als eine der renommiertesten internationalen Forschungsförderungen. In dieser Antragsrunde wurden europaweit 1735 Anträge eingereicht, von denen 253 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erfolgreich waren.



Der Europäische Forschungsrat verlieh Prof. Dierk Raabe einen mit 2,5 Millionen Euro dotierten Advanced Grant für sein Projekt zur grünen Stahlerzeugung. Copyright: Frank Vinken, Max-Planck-Gesellschaft.



Das Innere eines Lichtbogenofens am MPIE: Das helle Licht in der Mitte zeigt das geschmolzene Eisenoxid. Das umgebende grünliche Licht zeigt das Wasserstoffplasma. Das Projekt "ROC" wird durch einen Advanced Grant des Europäischen Forschungsrats finanziert und zielt darauf ab, Stahl in einem einzigen Schritt mit Wasserstoffplasma anstelle von Kohlenstoff herzustellen. Diese Methode würde die weltweiten Kohlenstoffemissionen um 8% reduzieren. Copyright: Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH

## Weiterführende Literatur:

A. El-Zoka: Reducing the biggest industry emissions: Green Steel.

<https://www.youtube.com/watch?v=vvLKPRpls6Q>

D. Raabe: Making green steel with hydrogen

<https://www.youtube.com/watch?v=FRyJcKBrEvc>

I.R. Souza Filho, H. Springer, Y. Ma, A. Mahajan, C.C. da Silva, M. Kulse: Green steel at its crossroads: Hybrid hydrogen-based reduction of iron ores. Journal of Cleaner Production 340 (2022) 130805.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130805>.

I.R. Souza Filho, Y. Ma, M. Kulse, D. Ponge, B. Gault, et al: Sustainable steel through hydrogen plasma reduction of iron ore: Process, kinetics, microstructure, chemistry. Acta Materialia 213 (2021) 116971.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359645421003517>

S.H. Kim, X. Zhang, Y. Ma, I.R. Souza Filho, K. Schweinar, et al: Influence of microstructure and atomic-scale chemistry on the direct reduction of iron ore with hydrogen at 700° C. Acta Materialia 212 (2021) 116933

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135964542100313X>

D. Raabe, C.C. Tasan, E.A. Olivetti: Strategies for improving the sustainability of structural metals. Nature 575 (2019) 64.

<https://www.nature.com/articles/s41586-019-1702-5>

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](mailto:y.ahmedsalem@mpie.de)  
Tel.: +49 (0) 211 6792 722  
[www.mpie.de](http://www.mpie.de)

