

Nr. 27/2025

Magdeburg, 05.06.2025

Wissenschaftlicher Kontakt:

Prof. Thorsten Halle
Institut für Werkstoffe,
Technologien und Mechanik
0391 67-54580
thorsten.halle@ovgu.de

Kontakt in der Pressestelle:

Katharina Vorwerk
Pressesprecherin
0391-67-58751
katharina.vorwerk@ovgu.de

MEILENSTEIN MODERNER MATERIALFORSCHUNG

Ingenieure der Universität Magdeburg rekonstruieren Herstellungsprozess der Himmelsscheibe von Nebra

Materialforschern der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ist es in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt 20 Jahre nach ihrem Fund gelungen, mit neuen Analysemethoden das Herstellungsverfahren der weltberühmten Himmelsscheibe von Nebra detailgetreu zu rekonstruieren. Möglich wurden diese Erkenntnisse durch die Verknüpfung moderner forensischer Materialanalysen mit den Möglichkeiten der experimentellen Archäologie.

Demnach wurde der Rohling der Scheibe vor 4000 Jahren in einer Feuerstelle im Herzen Europas vermutlich bei über 1200 Grad Celsius gegossen, danach wiederholt auf 700 Grad Celsius erwärmt und umgeformt. Ein Verfahren, das heutigen industriellen Prozessen erstaunlich ähnlich sei, so Prof. Dr. Thorsten Halle vom Institut für Werkstoffe, Technologien und Mechanik der Universität. Mit einem nur etwa fünf Kubikmillimeter großen Probenstück der Originalscheibe analysierte das Team um den Materialforscher Prof. Thorsten Halle gemeinsam mit Kollegen des Unternehmens Delta Sigma - einer Ausgründung aus der Universität Magdeburg - mittels modernster Elektronenrückstreu- und Rasterelektronenmikroskopie die kristalline Struktur des Metalls.

„Wir machten sogenannte Elektronenrückstreuungsmessungen“, erläutert der Werkstoffwissenschaftler. „Dabei gehen wir mit dem Elektronenstrahl über die Oberfläche des Metalls, rastern sie ab und daraus ergibt sich eine von der Werkstoffkonfiguration abhängige Rückstreuung der Elektronen, also sowas wie ein Fingerabdruck der kleinsten Bestandteile des untersuchten

Materials. Je nach dem, in welcher kristallografischen Richtung die Körner orientiert sind, wie groß die Körner sind und ob sie deformiert sind, können wir Rückschlüsse auf den Herstellungsprozess ziehen. Denn diese mikroskopisch kleinen Körner – ähnlich wie Eiskristalle auf einer Autoscheibe – verraten, wie oft und auf welche Weise das Metall erhitzt und bearbeitet wurde.“ Die sogenannte Rekristallisation sorgt dafür, dass sich das Material nach dem Verformen wieder entspannt – ein Prinzip, das auch heute noch in der Industrie genutzt wird, etwa bei der Herstellung von Aluminiumfolie oder Autoteilen.

Die Rekristallisation in Metallen ist ein Vorgang, bei dem sich nach einer Verformung neue, ungeformte Metallkörner im Inneren des Metalls bilden. Das passiert, wenn das Metall erwärmt wird. Dabei „heilt“ sich das Metall gewissermaßen selbst: Die inneren Spannungen und Schäden durch die Verformung verschwinden, neue, kleine und gleichmäßige Kristallkörner wachsen. Das Metall wird wieder weicher und formbarer. Kurz gesagt: Rekristallisation macht ein verformtes Metall durch Erwärmen wieder „frisch“ und gut bearbeitbar.

Und die Untersuchungen waren eindeutig, so Halle weiter: „Die Scheibe wurde gegossen und danach mindestens zehn Mal gezielt erwärmt und ausgeschmiedet. Sie wurde also mehrfach geschmiedet und wieder warm gemacht, umgeformt, wieder warm gemacht und so weiter, bis der uns heute bekannte Zustand erreicht wurde.“

Es klingt wie ein Krimi, sei aber metallurgische Spitzenforschung, so der Werkstoffexperte Thorsten Halle begeistert. „Wir betreiben hier gewissermaßen metallurgische Forensik und sehen in die Vergangenheit der Scheibe hinein, als wäre sie ein metallurgisches Tagebuch. Genau wie ein Brandschadengutachter aus einem bei einem Kurzschluss erwärmten Kabel aus der Struktur des Metalls Schlüsse auf die Brandursache durch eben diesen Kurzschluss, bei dem sich das Kabel stark erwärmt, zieht, analysieren wir die Mikrostruktur der Himmelsscheibe, um ihre Geschichte zu rekonstruieren“, so Halle.

Die Vorstellung, dass die Himmelsscheibe ohne theoretisches Wissen, ohne Schrift, Maschinen, Messeräte oder Aufzeichnungen, aber mit einer enormen technischen Raffinesse entstanden sei, erfülle ihn schon mit einer gewissen Demut, so der Wissenschaftler. „Das war reine Probierkunde: schlichtweg ausprobieren, was funktioniert, was funktioniert nicht“, so der Ingenieur. „Keine Ahnung, wie viele hunderte Male das schon schief gegangen war und die Scheibe gerissen ist oder sonst irgendetwas. Und unsere Vorfahren haben einfach immer weitergemacht. Der letzte

Bearbeitungsschritt am Rand, da wo die Scheibe relativ dünn ist, wurde dann im Wesentlichen nur noch kalt gemacht.“

Ein wirklich entscheidender Partner des gemeinsamen Projekts mit dem Landesamt sei der hallesche Kupferschmied Herbert Bauer gewesen, so Thorsten Halle. *„Er stellte Repliken der Scheibe unter den Bedingungen her, wie sie auch in der Bronzezeit denkbar waren, inklusive Steinhämmer und Holzkohleöfen.“* Diese Nachbauten seien dann im Labor ebenso wie das Original unter dem Mikroskop untersucht und verglichen worden. So konnte die These über den Herstellungsprozess zweifelsfrei belegt werden. *„Aus dem Vergleich der Mikrostruktur der Repliken und des Originals ließen sich Temperaturverläufe, Umformschritte und sogar Produktionsfehler ablesen.“*

Die Untersuchung, die in der international renommierten Fachzeitschrift „Nature Scientific Reports“ im November 2024 erschienen ist, sorgte international für großes Aufsehen, so Prof. Halle. *„Über 20.000 Downloads innerhalb eines Monats, Berichte in Tageszeitungen und Wissenschaftsmedien weltweit – der Hype um die Himmelsscheibe scheint ungebrochen.“*

Für die Werkstoffforschung der Universität Magdeburg sei das Projekt aber mehr als nur eine willkommene Unterstützung fachfremder Disziplinen, so der Wissenschaftler. *„Es ist ein eindrucksvoller Beleg für die Stärke der Materialwissenschaft am Standort.“* Ob bei Hochleistungslegierungen für den Weltraum, bei bioverträglichen Werkstoffen für medizinische Implantate oder hier bei der Entschlüsselung jahrtausendealter Artefakte – die Expertise der Magdeburger Werkstofftechnik werde national wie international geschätzt. *„Wir haben hier Analysegeräte, wie z. B. Rasterelektronenmikroskope, mit denen wir verborgene Prozesse aus der Vergangenheit wieder sichtbar machen können. Das ist nicht nur spannend, sondern oft auch entscheidend, um künftige Probleme in Technik, Industrie oder Wissenschaft zu lösen“,* sagt der Ingenieur.

Aktuell arbeite sein Team an einer weiteren innovativen Anwendung: Mit einer am Institut entwickelten Wirbelstrom-App wollen sie Materialeigenschaften zerstörungsfrei und mobil schnell erfassen, etwa bei archäologischen Funden. *„Künftig könnten Archäologinnen und Archäologen bei Grabungen sofort mit dem Smartphone einen Hinweis erhalten, ob ein soeben freigelegtes Beil eher kalt oder warm umgeformt wurde, ohne es zu beschädigen.“*

Link zur Studie in der Fachzeitschrift „Nature Scientific Reports“:
<https://www.nature.com/articles/s41598-024-80545-5>.

Bildunterschrift: Dr. Christian-Heinrich Wunderlich vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt (vorn) mit einer Replik der Himmelsscheibe von Nebra und Prof. Dr. Thorsten Halle vom Institut für Werkstoffe, Technologien und Mechanik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (hinten) im Labor auf dem Campus der Universität, in dem die Untersuchungen stattfanden.

Foto: Jana Dünnhaupt/Uni Magdeburg