

## PRESSEMITTEILUNG

### Schleichende Materialermüdung im Visier: Kolloid-Partikel als Modell für Metall-Atome

Berlin, 18.06.2012

**Weiche Materie ist geeignet, um die Alterung von technischen Werkstoffen zu erforschen: Wissenschaftler entwickeln dafür ein physikalisches Modell.**

**Gemeinsam mit Forscherkollegen der Universität Konstanz und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) konnten Werkstoffwissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (HZB) belegen, dass aus der Metallphysik bekannte empirische Gesetzmäßigkeiten auch bei kolloidalen Suspensionen gelten. Damit lassen sich die Resultate von Experimenten an diesen Substanzen nun zuverlässig mit der Theorie vergleichen. Das macht Kolloide zu exzellenten Testobjekten, um Kriechprozesse, die unter Belastung in technischen Konstruktionen auftreten, im Labor unter die Lupe zu nehmen. Ihre Ergebnisse veröffentlichen die Wissenschaftler jetzt im Fachmagazin Physical Review Letters (DOI: 10.1103/PhysRevLett.108.255701).**

Materialschäden können, wenn sie etwa an Brücken oder Flugzeugen auftreten, zur Katastrophe führen. Um das zu verhindern, verwenden die Konstrukteure viel Arbeit und Zeit darauf, die Bedingungen für einen Kollaps des Materials im Vorhinein – durch Simulationen und Experimente – zu ergründen und zu verhindern. Schwierig sind solche Vorhersagen für „Kriechprozesse“: eine Form des Verfalls, bei der sich die Werkstoffe langsam aber stetig verformen – bis es am Ende ebenfalls zu zerstörerischen Rissen oder Brüchen kommen kann.

„In Langzeit-Experimenten untersuchen Forscher und Ingenieure seit über 100 Jahren kriechende Materialveränderungen“, sagt Dr. Miriam Siebenbürger, physikalische Chemikerin am HZB-Institut für Weiche Materie und Funktionale Materialien. Doch bislang sind die dem Kriechen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten nur unzureichend verstanden. „Es fehlte ein geeignetes physikalisches Modell“, sagt Siebenbürger. Nun ist es den Forschern gelungen, dieses Manko auszuräumen. Sie haben ein zuverlässiges Modell für Kriechprozesse in kolloidalen Suspensionen erarbeitet und geprüft.

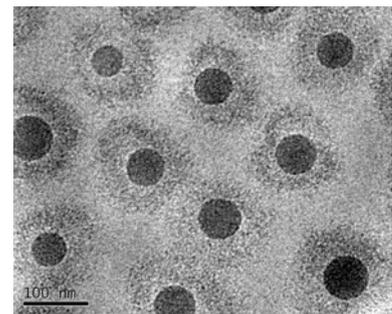
Kolloidale Suspensionen sind Lösungen von winzigen kugelförmigen Partikeln in einer Flüssigkeit wie Wasser. „Die Substanzen sind vergleichbar mit Wandfarbe“, erklärt Miriam Siebenbürger, „denn auch darin schwimmen unzählige feste Teilchen, die kleiner sind als ein Mikrometer“. In ihrem flüssigen Bett bewegen sich die Miniatur-Kugeln im Vergleich zu Atomen zwar recht behäbig – im Prinzip ähnelt ihr Verhalten aber dem von Atomen. Bei hohen Packungsdichten der Kolloide bzw. Atome erhält man in beiden Fällen einen Festkörper, der unter Druck oder Spannung „kriechen“ kann. Dank dieser Ähnlichkeit im Verhalten lassen sich kolloidale Suspensionen als Modellsystem nutzen, an dem sich das Verhalten von Metall-Atomen – in einem vergrößerten Maßstab und quasi in Zeitlupe – experimentell beobachten lässt.

#### Weitere Informationen:

**Dr. Miriam Siebenbürger**  
Institut für Weiche Materie und  
Funktionelle Materialien  
Tel.: +49 (0)30-8062-43029  
miriam.siebenbürger@helmholtz-berlin.de

#### Pressestelle

Dr. Ina Helms  
Tel.: +49 (0)30-8062-42034  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
ina.helms@helmholtz-berlin.de



Die verwendeten Modell-Kolloide: etwa 150 Nanometer kleine Partikel in Wasser. Der feste Kern besteht aus dem Kunststoff Polystyrol, die umgebende Schale aus einem thermosensitiven Netzwerk aus Poly(N-isopropylacrylamid). Dadurch wird es möglich, durch Senken der Temperatur das Volumen der einzelnen Partikel – und damit auch deren Packungsdichte – zu erhöhen.  
Foto: HZB/M. Siebenbürger

Um diesen Experimenten eine tragfähige Basis zu verleihen, analysierte die junge HZB-Forscherin, wie sich Kolloide unter verschiedenen Bedingungen verhalten – etwa, wenn äußere Kräfte oder Packungsdichte variieren. Dazu untersuchte Siebenbürger die Testsubstanz mit einem Rheometer. Darin befand sich die Suspension zwischen zwei ineinander gestellten Bechern unterschiedlicher Größe, die die Wissenschaftlerin gegeneinander verdrehte. Durch Messen des dafür erforderlichen Kraftaufwands ließ sich zum Beispiel die Viskosität (Zähflüssigkeit) der Lösung bestimmen. Der Physiker Thomas Voigtmann, der an der Universität Konstanz forscht und sich am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln mit Materialphysik im Weltraum befasst, steuerte das theoretische Konzept bei: ein neues Modell, mit dem sich zum ersten Mal alle Phasen des Kriechens bis hin zum Materialversagen qualitativ beschreiben lassen.

„Die nicht-lineare Deformation amorpher Festkörper hat universelle Züge, die in traditioneller kristalliner Materie ebenso gelten wie bei Kolloiden“, betont Miriam Siebenbürger. Mit dieser neuen Erkenntnis lassen sich künftig diverse Arten von Kriechvorgängen anhand von kolloidalen Suspensionen sehr detailliert experimentell analysieren – und theoretisch erklären. Das erleichtert das Design von maßgeschneiderten Materialien wie hochleistungsfähigen Stählen oder Leichtbau-Legierungen für Gebäude, Fahrzeuge oder Flugzeuge. Und es hilft, gefährlichen Veränderungen der Werkstoffe unter Belastung vorzubeugen.

In einem nächsten Schritt werden die Wissenschaftler am HZB die rheologischen Messapparaturen mit einer Anlage zur Kleinwinkelstreuung von Neutronen kombinieren. Dadurch entsteht an der Beamline V16 der Berliner Neutronenquelle BER II eine neue Versuchseinrichtung, mit der sich nicht nur die dynamischen Eigenschaften von Kolloiden aufklären lassen, sondern auch Veränderungen in deren Struktur. Das ist die Voraussetzung, um auch Kolloid-Materialien zu untersuchen, bei denen nicht nur kugelförmige, sondern auch stäbchenförmige sowie komplizierter geformte Partikel suspendiert sind. Diese können als Modellsysteme für technische Werkstoffe dienen, deren mikroskopisches Gerüst nicht – wie bei Metallen – aus einzelnen Atomen, sondern aus Molekülen besteht.

Wiss. Originalveröffentlichung:

M. Siebenbürger, M. Ballauff, and T. Voigtmann, „Creep in colloidal glasses“, 2012. [DOI: 10.1103/PhysRevLett.108.255701](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.108.255701)

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.