

Pressemitteilung

Paul Scherrer Institut (PSI)

Dagmar Baroke

22.02.2009

<http://idw-online.de/de/news301671>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften
überregional



Entsteht Supraleitung doch ganz anders?

Ergebnisse vom Paul Scherrer Institut stellen gängige Theorien der Hochtemperatursupraleitung in Frage

Auch wenn der Mechanismus hinter der Hochtemperatursupraleitung zu den grossen Rätseln moderner physikalischer Forschung gehört, schien es einige sichere Erkenntnisse über die Natur dieses Phänomens zu geben. Forscher des Paul Scherrer Instituts (PSI) und der TU Dresden haben nun gezeigt, dass sich die seit rund einem Jahr bekannten Eisen-basierten Supraleiter nicht an diese Regeln halten. Damit ist nicht nur gezeigt, dass gängige Theorien revidiert werden müssen - die Ergebnisse könnten auch Wege zur Erzeugung von effizienteren Hochtemperatursupraleitern aufzeigen. Ihre Untersuchungen haben die Forscher vor allem mit Myonen durchgeführt - instabilen Elementarteilchen, die am Teilchenbeschleuniger des PSI erzeugt werden und detaillierte Informationen über Magnetfelder im Inneren von Materialien liefern. Über ihre Ergebnisse berichten die Forscher am 22.02.09 in der Online-Ausgabe der Fachzeitschrift Nature Materials.

"Alte und neue" Hochtemperatursupraleiter

Vor rund zwanzig Jahren wurden die ersten Hochtemperatursupraleiter entdeckt: kompliziert aufgebaute Substanzen auf Kupfer-Basis, die elektrischen Strom ganz ohne Widerstand leiten konnten - und das bei deutlich höheren Temperaturen als die schon länger bekannten klassischen Supraleiter. Seit Anfang 2008 ist eine neue Klasse von Hochtemperatursupraleitern auf Eisenbasis bekannt, die den bisher bekannten in vielfacher Weise ähnelt. So haben alle Substanzen gemeinsam, dass ihre Kristallstruktur in Schichten aufgebaut ist und der Strom in diesen Schichten fließt. Gemeinsam ist auch, dass sie aus einer nicht-supraleitenden Ausgangssubstanz entstehen, wenn man bestimmte Atome durch die eines anderen Elements ersetzt und so gezielt die Menge an elektrischen Ladungen verändert.

Plötzlicher Wandel

Der Ausgangsstoff für die Kupfer-Supraleiter ist ein magnetischer Isolator, der bei wachsendem Gehalt an Fremdatomen zunächst allmählich seinen Magnetismus verliert und schliesslich supraleitend wird. Dieser Ablauf galt bislang als Standard für die Vorgänge in Hochtemperatursupraleitern und war die Basis der gängigen Theorien zur Entstehung des Effekts. Die Forscher zeigen nun, dass es auch anders geht. So ist der Ausgangsstoff der neuen Eisen-Supraleiter ein Metall. Vor allem wechseln sie aber bei einer bestimmten Menge von Fremdatomen schlagartig vom magnetischen zum supraleitenden Zustand. Das heisst, dass der magnetische Zustand die Supraleitung unterdrückt, die sich sofort entfalten kann sobald der magnetische Zustand zerstört wird. Dabei verschwindet mit dem Magnetismus auch gleichzeitig eine Verzerrung des Kristallgitters.

"Wenn man diese Verzerrung und den damit gekoppelten Magnetismus gezielt unterdrücken könnte, wäre es wahrscheinlich möglich, die Supraleitung bei höheren Temperaturen zu erzeugen." erläutert der Physiker Hubertus Luetkens die Konsequenzen seiner Forschung. "Die erwähnte strukturelle Verzerrung kann zum Beispiel durch Einbringen von geeigneten Fremdatomen, aber auch durch das Anlegen hoher externer Drücke verhindert werden." ergänzt sein Kollege Hans-Henning Klauß von der TU Dresden. Solche Experimente mit hohem Druck werden zur Zeit

am PSI durchgeführt.

Elementarteilchen enthüllen Magnetismus und Supraleitung

Die Ergebnisse haben die Forscher vor allem mit Hilfe von Myonen gewonnen. Diese instabilen Elementarteilchen werden am Teilchenbeschleuniger des Paul Scherrer Instituts erzeugt und gezielt in das Innere der untersuchten Substanz eingebracht. Dort agieren sie wie mikroskopisch kleine Magnetfeldsonden, die magnetische Vorgänge und Supraleitung im Inneren des Materials zeigen können. "Man kann auch mit einer Messung der Leitfähigkeit feststellen, ob eine Substanz supraleitend geworden ist. Aber nur Myonen zeigen, ob die Supraleitung auf einzelne Bereiche beschränkt ist oder das ganze Material erfasst hat" erklärt Luetkens einen Vorteil der Myonenexperimente. Myonen für solche Versuche sind weltweit nur an wenigen Orten verfügbar.

Das Paul Scherrer Institut entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Festkörperforschung und Materialwissenschaften, Elementarteilchenphysik, Biologie und Medizin, Energie- und Umweltforschung. Mit 1300 Mitarbeitenden und einem Jahresbudget von rund 260 Mio. CHF ist es das grösste Forschungsinstitut der Schweiz.

An der Technischen Universität Dresden lernen, lehren und forschen rund 35'000 Studierende und über 400 Professorinnen und Professoren aus vielen Ländern. Materialwissenschaften, Biomaterialien und Nanotechnologie bilden gemeinsam eine von sechs Profillinien in der Forschung, die besonders in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät verankert ist.

Kontakt:

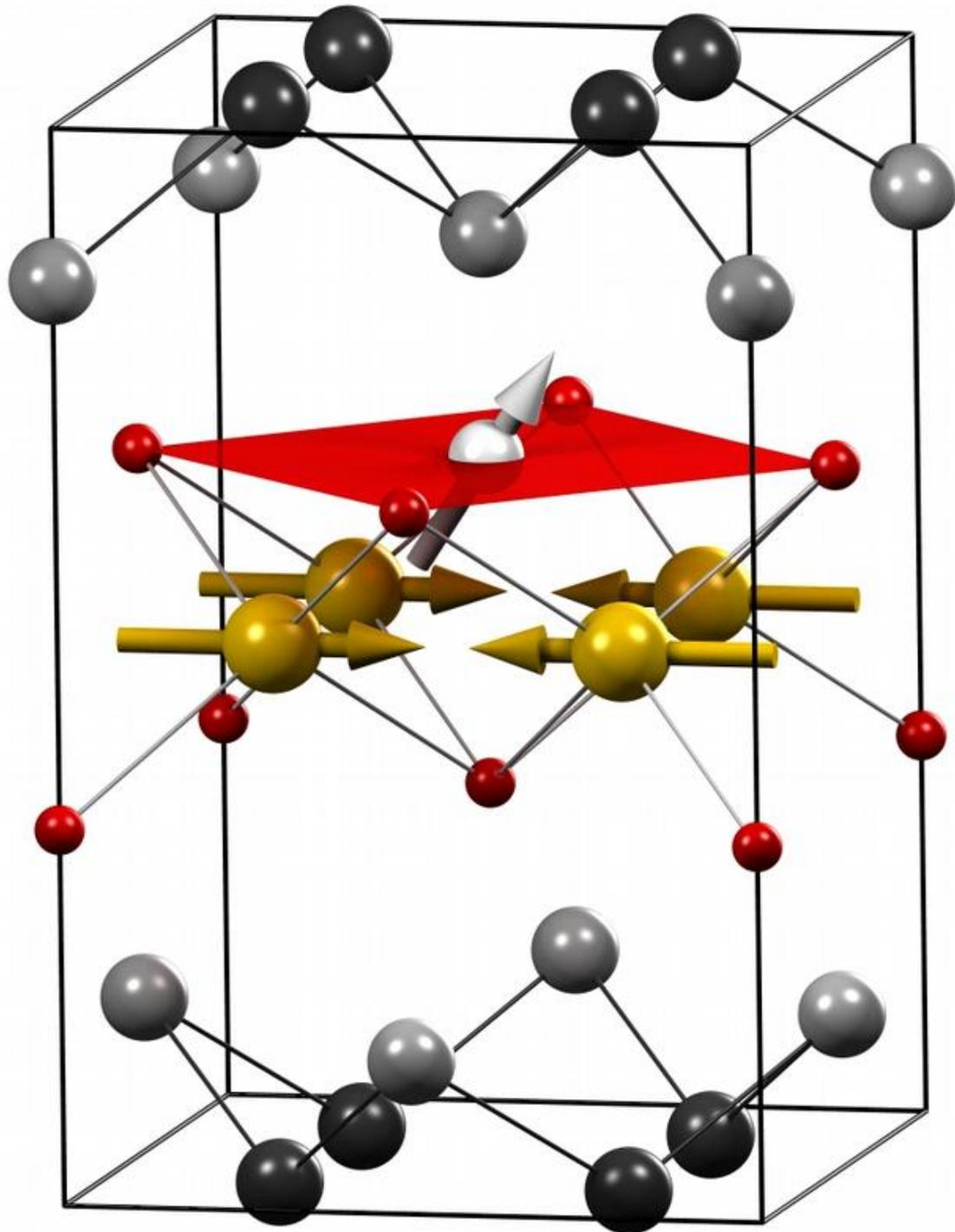
Dr. Hubertus Luetkens, Paul Scherrer Institut, Labor für Myonen-Spin-Spektroskopie,
Tel: +41 56 310 4450
E-Mail: hubertus.luetkens@psi.ch

Prof. Dr. Hans-Henning Klauß, Technische Universität Dresden, Institut für Festkörperphysik
Tel: +49 351 463-42125
E-Mail: H.Klauss@physik.tu-dresden.de

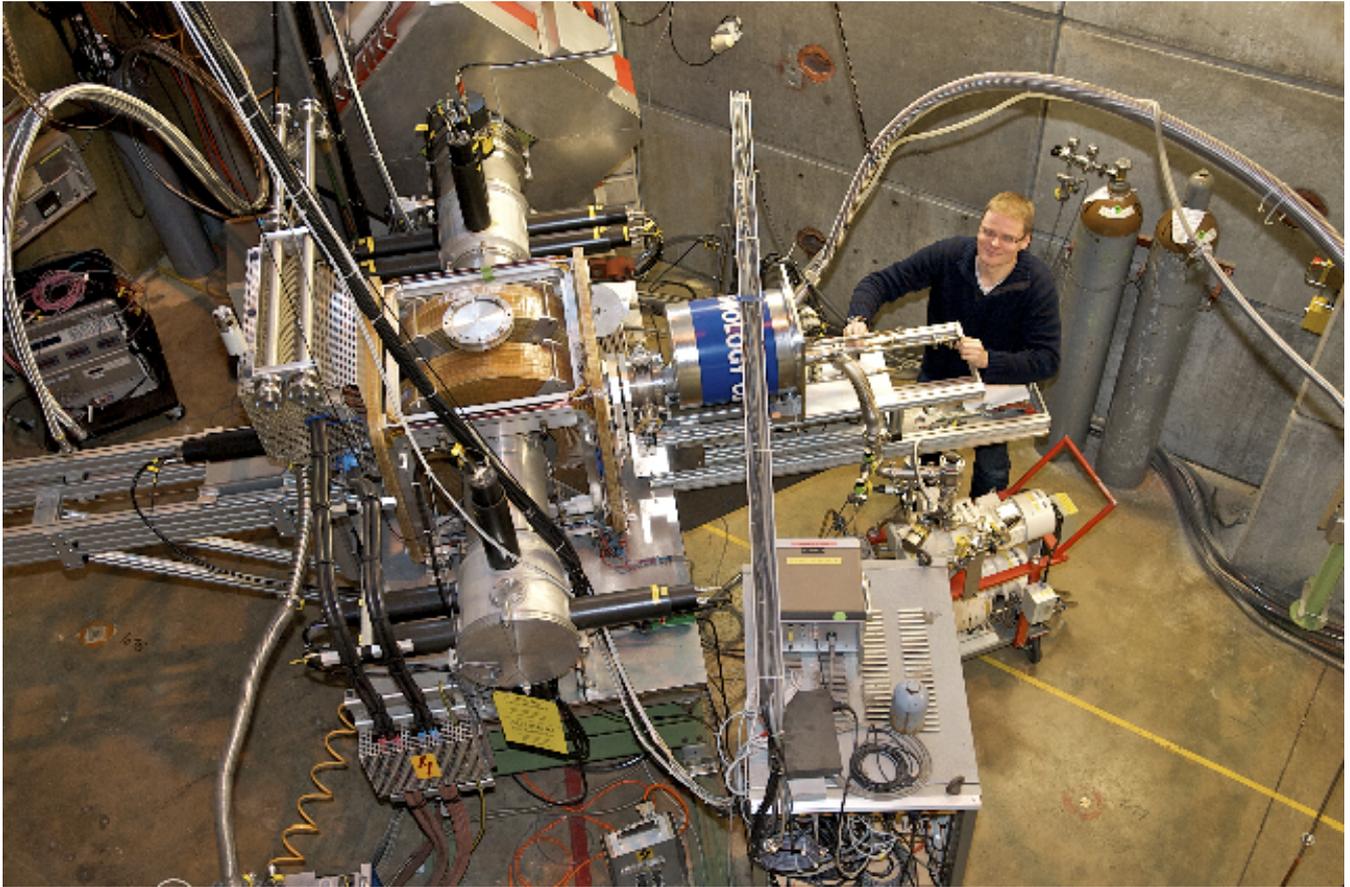
Originalveröffentlichung:

The electronic phase diagram of the $\text{LaO}_{1-x}\text{F}_x\text{FeAs}$ superconductor
H. Luetkens, H.-H. Klauß, M. Kraken, F. J. Litterst, T. Dellmann, R. Klingeler, C. Hess, R. Khasanov, A. Amato, C. Baines, M. Kosmala, O. J. Schumann, M. Braden, J. Hamann-Borrero, N. Leps, A. Kondrat, G. Behr, J. Werner and B. Büchner
Nature Materials, 22.02.2009, <http://dx.doi.org/10.1038/NMAT2397>

URL zur Pressemitteilung: [http://Hochaufgelöste Bilder können ab Montag, 23. Februar 2009, 9:00 Uhr unter <http://www.psi.ch> heruntergeladen werden.](http://Hochaufgelöste_Bilder_können_ab_Montag_23_Februar_2009_9:00_Uhr_unter_http://www.psi.ch_heruntergeladen_werden)



Kristallstruktur des neuartigen Eisen-basierten Supraleiters. Die magnetischen und supraleitenden Eigenschaften der Schicht aus Eisenatomen (goldene Kugeln) werden mit Hilfe von Myonen (weisser Pfeil) untersucht.
Grafik: Paul Scherrer Institut / H. Luetkens



Hubertus Luetkens am Myonenexperiment, an dem er die Eigenschaften der Eisen-basierten Supraleiter untersucht hat.
Foto: Paul Scherrer Institut / M.Fischer