



Harte Arbeiter am **Strommast**

Wissenschaftler am KIT entlocken dem Porzellan der Hochspannungsisolatoren seine Geheimnisse

VON HEIKE MARBURGER // FOTOS: ANDREA FABRY



*Rafael Mrozek,
Doktorand, arbeitet
an einem Messplatz
zur Bestimmung
weichmagnetischer
Eigenschaften*

*Rafael Mrozek,
doctoral student,
works at a station
to measure soft
magnetic properties*



*Pascal Hettich schreibt
seine Masterarbeit
zum Projekt. Er sortiert
Proben (Bruchstücke)
nach den mecha-
nischen Tests*

*Pascal Hettich writes
his master's thesis
about the project.
He sorts specimens
(fragments) after the
mechanical tests*



*Dr. Günter Schell
beim Einbau einer
Probe zur Festig-
keitsbestimmung*

*Dr. Günter Schell
fixes a specimen
for strength
measurement*



*Dr. Claudia
Bucharsky bei der
fraktographischen
Nachuntersuchung
an den Bruch-
flächen der getes-
teten Proben*

*Dr. Claudia
Bucharsky
post-examines the
fracture surfaces
of the tested
specimens*

Der Name Porzellan kommt von „porcella“ – einer porzellanähnlichen Muschel. Als Seefahrer im 14. Jahrhundert das erste chinesische Porzellan nach Europa brachten, dachte man es sei aus Muscheln gefertigt. Erst 1710 wurde die erste europäische Porzellanmanufaktur im sächsischen Meißen gegründet. Das Rezept für das „Weiße Gold“ bestand hauptsächlich aus weißer Erde, dem Kaolin, und war lange ein Luxus für die Häuser der Reichen. Heutzutage kommt dem alten und edlen Werkstoff eine bodenständigere Anwendung zu. Denn er zeichnet sich nicht nur durch Schönheit, sondern durch hohe mechanische Belastbarkeit und geringe elektrische Leitfähigkeit aus. Porzellan-Hochspannungsisolatoren sind wegen dieser Eigenschaften auf über 145 000 Freileitungstrommasten in Deutschland zu finden. Dort leistet das Porzellan harte Arbeit: Meist über 40 Jahre hängen die Kappen- oder Langstabisolatoren bei Wind und Wetter am Mast, tragen die Leiterseile oder halten sie auf Zug.

Die Frage, wie sich das Material unter diesen Belastungen verhält, ist derzeit Inhalt eines Projekts am KIT. Am Institut für Angewandte Materialien – Keramische Werkstoffe und Technologien (IAM-KWP) untersuchen Wissenschaftler, welche Alterungsmechanismen das Bauteil bestimmen und welche Umstände daran beteiligt sind. Gestartet ist das Projekt LeKI (Lebensdaueranalyse keramischer Isolatoren) im September 2014 mit Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Initiative „Zukunftsfähige Stromnetze“. Beteiligt sind der Isolatorenhersteller LAPP Insulators, der Netztechnologe SAG sowie die Netzbetreiber Amprion, 50Hertz Transmission und TenneT TSO. Gemeinsam möchte man ein Verständnis dafür entwickeln, wie der Bestand der über zwei Millionen Isolatoren optimiert werden kann. Ziel ist es, eine möglichst genaue Vorhersage zur Anpassung der Wartungs- und Austauschintervalle der Isolatoren zu erstellen.

Der Materialwissenschaftler Dr. Günter Schell leitet das Projekt am KIT. Er stellt fest, dass über das Alterungsverhalten des Materials auf wissenschaftlicher Basis bisher wenig bekannt ist – obwohl es sich gerade bei Porzellan um einen sehr alten Werkstoff handelt. „Bisher ging man deshalb beim Austausch der keramischen Isolatoren nach Erfahrung. Wenn die Leiterseile an den Strommasten defekt waren, dann wurde die Keramik ebenso getauscht. Technisch ist das nicht notwendig, diese Bemessung ist eher zu konservativ.“ Die Idee des Projekts bestehe nun darin, ein Lebenszeitmodell zur besseren Bemessung der Einsatzdauer von Langstabisolatoren zu erstellen, erklärt Schell. Dazu analysieren die Wissenschaftler zum einen gebrauchte Isolatoren, die die Projektpartner regelmäßig zur Verfügung stellen und zum anderen messen sie die Kräfte und Bedingungen in der klimatischen Umgebung der Bauteile. „Wir staten Isolatoren, die in



Prüfstände zur Untersuchung des unterkritischen Risswachstums an Porzellan-Proben

Test rigs to study subcritical crack growth of porcelain specimens

ganz Deutschland hängen, mit Kraft- und Temperatursonden aus, um im Zeitraum von einem Jahr zu erfahren, was kommt belastungstechnisch auf die Bauteile zu. Denn da hängt nicht nur ein Seil dran, da weht der Wind, es regnet oder noch schlimmer, im Winter kommt die Eislast hinzu.“

Parallel dazu untersuchen die Wissenschaftler im Labor das unterkritische Risswachstum des Materials. Sie möchten bestimmen, welche Zeiten und Lasten für die Haltbarkeit relevant sind. Als Ausgangslage nutzen die KIT-Forscher dazu modernes Wissen um die Bruchmechanik und ihre Werte aus den Feldversuchen. „Unser Part ist es, mittels bruchmechanischer Methoden die Ausbreitung von Rissen aus unvermeidlichen Anfangsdefekten im Material zu untersuchen. Porzellan bricht ja sehr spontan, innerhalb von Sekunden mit einem Knall. Das ist bei Keramiken anders als bei Metallen, wo man doch meist durch eine plastische Verformung vor dem Bruch gewarnt wird.“ Die prinzipiellen Gesetzmäßigkeiten dieses unterkritischen Risswach-

Foto unten: Eine Probe wird eingebaut, an der eine Lötverbindung getestet wird

Foto rechts: Darstellung des Verbundprojekts

Below: A specimen is installed to test a soldered connection
Right: Joint project scheme

Hard Workers on the Transmission Tower

KIT Scientists Disclose Secrets of Porcelain High-voltage Insulators

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Porcelain high-voltage insulators can be found on more than 145,000 transmission towers in Germany, where they do hard work. For often more than 40 years, the cap or pin insulators are exposed to sometimes extreme weather conditions while carrying the rope conductors and keeping them tensioned.

The behavior of porcelain under these loads is now the subject of a KIT project. At the Institute for Applied Materials (IAM), scientists study which aging mechanisms influence the component under which conditions. The LeKI (lifetime analysis of ceramic insulators) project started in September 2014. It is funded by the Federal Ministry of Education and Research under the initiative “Viable Power Grids.” Among the project partners are a manufacturer of insulators, Lapp Insulators, the grid technology company SAG, and the grid operators Amprion, 50Hertz Transmission, and TenneT TSO. The collaboration is aimed at understanding how the performance of more than two million existing insulators can be optimized and at adapting the maintenance and exchange intervals of the insulators based on a highly accurate prognosis.

The project is headed by materials researcher Dr. Günter Schell. He emphasizes that little is known scientifically about the aging behavior of porcelain despite the fact that it is a very old material. Hence, the idea for the project is to generate a lifetime model that can provide a better prognosis for the service life of pin insulators. To do this, the scientists analyze used insulators that are supplied by the project partners on a regular basis. In addition, the researchers measure forces and the climatic conditions to which the insulators are exposed. In parallel, they study subcritical crack growth of the material at the laboratory. They want to find out which times and loads are relevant to durability. Together, the results of these studies will allow conclusions, to be drawn with respect to the design of insulators, including glazing. ■

Contact: guenter.schell@kit.edu



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

tums, das verborgen wächst bis der Restquerschnitt versagt, soll ebenfalls bestimmt werden. Aus den Untersuchungen ergeben sich beispielsweise auch Rückschlüsse auf das Design der Isolatoren, bis hin zur Glasur.

Für die Projektpartner bieten sich viele Vorteile aus den anvisierten Zielen: Ganz oben steht die Möglichkeit, die erreichbare Lebensdauer der Isolatoren noch besser auszunutzen. Die auf der Bruchmechanik beruhende Lebensdauerprognose soll eine effizientere und ressourcenschonende Nutzung der Isolatoren gewährleisten. Neue Erkenntnisse könnten auch die Herstellungskosten verringern, denn die gewonnenen Ansatzpunkte könnten auch für eine lebensdauerbestimmte Optimierung der Fertigung der Isolatoren hinzugezogen werden.

Doch Dr. Schell spricht noch weitere, eventuell weitreichende Effekte des Projekts an: „Wenn zum Beispiel die durch die Energiewende bedingte Einspeisung von Windenergie im Norden und der Transport in den Süden anfällt, wird es wichtig sein zu wissen, wie der Ausbau des Netzes reibungslos funktionieren kann. Bisher betreibt man Stromtrassen mit 110 kV, 220 kV und 380 kV. Aber die Tendenz geht zu höheren Spannungen. Da wäre es natürlich auch wichtig zu wissen, ob an bestehende Trassen noch etwas drangehängt werden kann, ob man sie erweitern kann oder wirklich einen Neubau machen muss.“ Die Ergebnisse der KIT-Forscher könnten helfen, die Strommasten in Zukunft schlanker zu bauen und die Materialausnutzung so zu gestalten, dass auch deren Belastungsgrenze optimal ausgenutzt werden könnte. ■

Kontakt: guenter.schell@kit.edu



Bruchstücke nach den mechanischen Tests, an denen die bruchauslösenden Defekte gesucht, deren Größe und Form bestimmt und somit die Bruchverläufe rekonstruiert werden

Fragments after the mechanical tests, which are checked for fracture-initiating defects. Following the determination of their sizes and shapes, fracture processes can be reconstructed

SO WEISS KÖNNEN ZÄHNE SEIN*



IHRE SPEZIALISTEN FÜR MODERNE ZAHNHEILKUNDE AM KRONENPLATZ.

*PRAXIS | DR.HAMMER zahnarzt.

ZÄHRINGERSTR. 43 - 76133 KARLSRUHE
TEL 0721/38 85 23 - WEB zahnarzt-ka.de