RWE setzt supraleitenden Strombegrenzer ein

Der weltweit erste resistive, supraleitende Strombegrenzer wurde in Netphen bei Siegen in ein 10-kV-Netz der RWE Energy eingebaut. Die Ingenieure erwarten, dass mögliche Kurzschlüsse nun noch schneller unter Kontrolle gebracht werden können, um die Versorgungsqualität im RWE-Stromnetz weiter zu erhöhen. Der Strombegrenzer ist das Ergebnis eines industriellen Gemeinschaftsprojektes und wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit rund 2,6 Mio. € gefördert.

Ideale Eignung als Strombegrenzer

Ein Strombegrenzer hat im elektrischen Netz die Aufgabe, im Kurzschlussfall dem Kurzschlussstrom einen hohen elektrischen Widerstand entgegen zu setzen. Im Normalbetrieb soll der Widerstand des Begrenzers aber möglichst gering sein, um Energieverluste zu vermeiden. Diese Forderung erfüllt ein Supraleiter in idealer Weise: Bei tiefen Temperaturen besitzt er bis zu einer bestimmten – von Material und Konstruktion abhängigen – Stromstärke keinen elektrischen Widerstand. Erst wenn der kritische Maximalstrom überschritten wird, verliert er innerhalb weniger Millisekunden seine supraleitenden Eigenschaften und wird zu einem elektrischen Widerstand. Sobald der Strom wieder unter den kritischen Wert sinkt und der Supraleiter abgekühlt ist, verschwindet der Widerstand. Diese Übergänge vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand (und zurück) erfolgen ohne Eingriff von außen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für das sichere und schnelle Funktionieren des Strombegrenzers.

Um die Verluste durch die notwendige Kühlung zu begrenzen, können nur so genannte Hochtemperatur-Supraleiter zum Einsatz kommen, die mit flüssigem Stickstoff (–196 °C) gekühlt werden können. Eine Kühlung mit flüssigem Helium (–269 °C) würde die Betriebskosten stark erhöhen. Hochtemperatur-Supraleiter bestehen aber aus keramischen Materialien und sind deshalb entsprechend schwer zu bearbeiten. Nexans SuperConductors ist es im Verlauf des Projektes gelungen, Supraleiterkomponenten herzustellen, die alle Anforderungen für einen Einsatz erfüllen. ACCEL als Systemhersteller hat das System-Engineering durchgeführt und den Aufbau des Strombegrenzers ausgeführt, der bereits vor dem ersten Zuschalten ans Netz im Hochleistungsprüffeld der FGH Engineering und Test GmbH in Mannheim zahlreiche Tests erfolgreich absolviert hat. Auch im Forschungszentrum Karlsruhe wurden verschiedene Bauteile getestet und auf Grundlage dieser Tests optimiert.

Simulation von Netzzuständen

Vorausgegangen waren ausführliche Simulationen verschiedenener Netzzustände durch die EUS GmbH, Dortmund. Insgesamt sieben Jahre lang trug das Unternehmen mit fortlaufend verfeinerten Netzsimulationsrechnungen dazu bei, dass die in der Theorie viel versprechende Idee der Kurzschlussstrombegrenzung durch Hochtemperatur-Supraleitung in die komplexe technische und vernetzte Realität der öffentlichen Energienetze Einzug halten konnte.

Bevor der supraleitende Strombegrenzer an ein öffentliches Stromnetz angeschlossen wurde, hat die EUS den Experten bei Netzbetreibern und Geräteentwicklern aufgezeigt, welche Auswirkungen sich beim Einsatz dieser Geräte ergeben können. Teils analytisch, hauptsächlich aber anhand von Simulationsergebnissen, wurde das Verhalten der Strombegrenzer-Prototypen untersucht. Fortlaufend angepasste Netzsimulationsrechnungen sorgten für die Verständigung zwischen Physikern, Materialwissenschaftlern und den Ingenieuren der Energiewirtschaft. Untersucht und bewertet wurden dabei die Einsatzmöglichkeiten der supraleitenden Strombegrenzer in verschiedenen Netztypen, bei verschiedenen Netzzuständen bis hin zum Verhalten bei seltenen Störereignissen, etwa bei Doppelerdschlüssen.

Nach der Abschlussprüfung durch die FGH ist der Prototyp in Betrieb genommen worden und wird einem umfassenden Feldtest unterzogen. Die bei einem Kurzschluss im Energieversorgungsnetz auftretenden sehr hohen Ströme können elektrische Komponenten, wie Generatoren, Leitungen und Transformatoren, thermisch und mechanisch stark belasten oder gar zerstören. Betreiber



❶ Gesamtaufbau des supraleitenden Strombegrenzers
Im rechten Bildteil ragen die sechs Stromdurchführungen (für drei Außenleiter) und die Kühlmittelanschlüsse aus dem Kühlbehälter, der die supraleitenden Komponenten enthält. Foto: ACCEL

öffentlicher Netze konnten bisher diesen Störungen meist nur durch einen Netzausbau vorbeugen. Herkömmliche Strombegrenzer, die vor allem in der Industrie zum Einsatz kommen, waren aus Sicht der öffentlichen Netzbetreiber mit vielen Nachteilen behaftet: Unter anderem sind sie nach Auslösung im Kurzschlussfall erst nach manuellem Einsatz wieder betriebsbereit oder sie senken die Spannung über permanenten Blindleistungsbezug ab (Kurzsschlussdrosseln). Da zudem absehbar ist, dass Kurzschlussströme in Zukunft aufgrund zunehmender Parallelschaltungen und vermehrter dezentraler Einspeisungen noch höher ausfallen werden, sind supraleitende Strombegrenzer eine vergleichsweise kostengünstige Alternative und kommen deshalb als interessante Zukunftstechnologie in Betracht.

Fördergelder sind gut angelegt

Nach Ansicht von Dr. *Wolfgang Stöffler,* im Bundesministerium für Bildung und Forschung für neue Technologien zuständig, belegt die Entwicklung des supraleitenden Strombegrenzers die Innovationskraft des Standortes Deutschland."
Das Wort „Innovation" im Sinne von planvoller, zielgerichterter Entwicklung hätte gerade bei dieser Neuentwicklung seine volle Berechtigung. *Stöffler:* „Die Bundesregierung setzt auf eine vorausschauende Innovationspolitik, die auf zukünftige Märkte ausgerichtet ist. Gemeinsam mit Wissenschaft und Wirtschaft sind wir im engen Dialog, um Felder zu ermitteln, die eine hohe Chance haben, die Innovationen von morgen zu liefern."
Die Fördergelder für den weltweit ersten Strombegrenzer seien gut angelegt, weil man im Forschungsministerium wisse, dass nur der, der frühzeitig die Potentiale neuer Technologien und ihre möglichen Anwendungsfelder erkennt, eine erfolgreiche Innovationspolitik machen kann. Und diese schafft letztendlich Fortschritt und Arbeit.
Zu weiteren wichtigen Industrieerzeugnissen, die ohne Hochtemperatur-Supraleiter nicht denkbar sind, gehören vor allem Magnete und Beschleunigerstrukturen für Hochenergie- und Teilchenphysik oder Supraleitungsmagnete für die Kernfusion. Der Weltumsatz dieses Hochtechnologiesektors wird mit jährlich etwa 3 Mrd. Euro angegeben. Von diesem Markt deckt die deutsche Industrie rund 25 % ab und nimmt damit einen guten Platz im globalen Wettstreit ein.
Im Anwendungsfeld der Energietechnik zählt der Strombegrenzer zu den Projekten, denen seitens des Bundesministerium eine realistische Marktchance eingeräumt wird. Dies beruhe, so *Stöffler* nicht zuletzt darauf, dass mit diesem technischen Gerät ein neuartiges Betriebsmittel zur Verfügung stehen wird, das aufgrund seiner Funktionalität nicht in einem Verdrängungswettbewerb mit bestehenden Produkten steht.

H.-U. Tschätsch