

[Projekte](#) / [Projektsuche](#) / Materialbelastung in flexiblen Kraftwerken



Thermische Kraftwerke

Materialbelastung in flexiblen Kraftwerken

Kurztitel:

THERRI

Förderkennzeichen:

03ET7024A-D

Themen:

Neue Kraftwerksprozesse

Projektkoordination:

TÜV NORD AG

Laufzeit gesamt:

September 2013 bis Februar 2017

Schlagworte:

Flexibilität

Teillastverhalten

Kohlekraftwerk

Erdgaskraftwerk

Material

Komponenten

Ermüdungsrisso

QUINTESSENZ

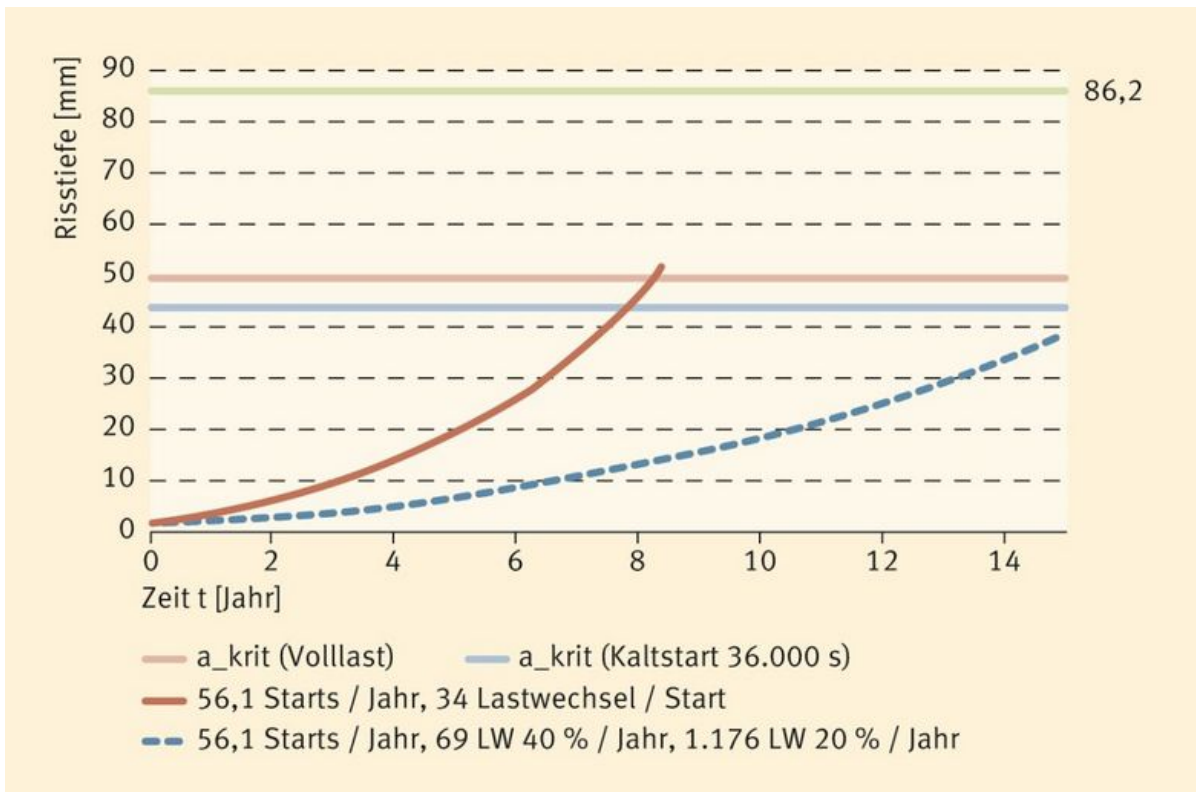
- **Klassische Kohle- und Erdgaskraftwerke: Einsatzbedingungen ändern sich durch den Verbund mit Erneuerbaren Energien**
- **Thermische und mechanische Belastung dickwandiger Bauteile in Kraftwerken ändert sich**
- **Flexible und belastungsabhängige Inspektionsintervalle für Komponenten unter Wechsellast**
- **Ziel: Bei gleichem Sicherheitsniveau die Stabilität von Komponenten gegenüber Schädigungen exakter zu berechnen**
- **Einsatzzeiten sollen wirtschaftlich optimiert werden**

Für klassische Kohle- und Erdgaskraftwerke ändern sich die Einsatzbedingungen durch den Verbund mit den erneuerbaren Energien erheblich. Sie laufen künftig häufiger unter Teillast, weisen erheblich mehr An- und Abfahrzyklen auf und die Komponenten werden nicht ihrer ursprünglichen Auslegung entsprechend belastet. Wissenschaftler haben die thermische und mechanische Belastung dickwandiger Bauteile in Kraftwerken unter den neuen Bedingungen untersucht. Ziel ist, bei gleichem Sicherheitsniveau die Stabilität von Komponenten gegenüber Schädigungen exakter zu berechnen und damit deren Einsatzzeiten wirtschaftlich zu optimieren.

Projektkontext

Dampfkraftwerke auf Basis von Kohle oder Erdgas sind bisher auf möglichst konstante Betriebsphasen mit stabilen Temperatur- und Innendruckverhältnissen ausgelegt. Üblicherweise herrschen im Bereich der Dampfturbinen 540–600 Grad Celsius sowie 240–290 bar. Ein Kraftwerk sollte für den Volllastbetrieb diesen Zielbereich möglichst schonend erreichen und lange einhalten.

Die Energiewende verlangt aber eine deutlich höhere Flexibilität dieser Kraftwerke. Sie stehen im Netz im engen Verbund mit Windparks und Photovoltaikanlagen und müssen den restlichen, durch die erneuerbaren Energien nicht abgedeckten Strombedarf sowie den größten Teil der Systemdienstleistungen zur Netzstabilität decken. In der Folge werden diese Kraftwerke durch häufige Starts und Übergänge in den Teillastbereich beansprucht. Das bedeutet jedes Mal für die Bauteile einen Temperaturwechsel von mehreren hundert Grad in vergleichsweise kurzen Zeiträumen.



Das Schadenstoleranzdiagramm zeigt beispielhaft, wie sich die Restlebensdauer einer Komponente verlängern kann, wenn statt der rein rechnerischen Ermüdungsanalyse das rechnerische Risswachstum hypothetischer Anrisse bei Mustertransienten (rot) bzw. bei Berücksichtigung des tatsächlichen Einsatzprofils des Kraftwerks (blau) zugrunde gelegt wird und in die bruchmechanische Analyse eingeht.

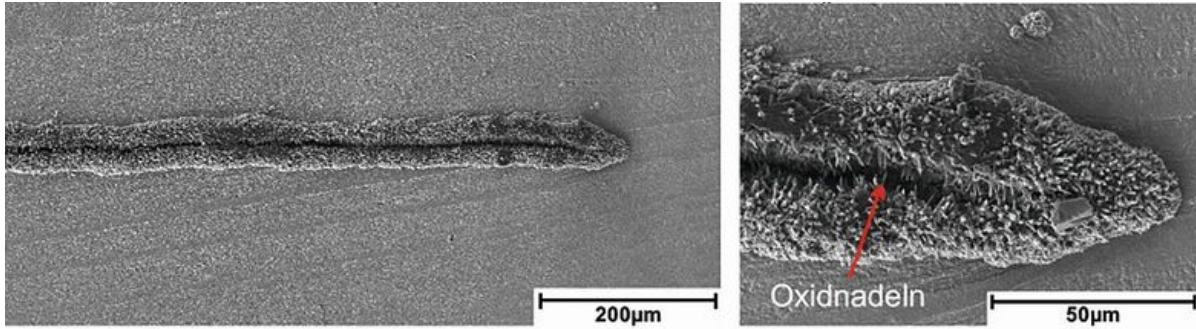
© TÜV Nord

Forschungsfokus

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben im Forschungsprojekt THERRI die Belastungen durch zyklische Temperaturänderungen unter den veränderten Lastgängen in Kraftwerken untersucht und eine neue Methode zur bruchmechanischen Schadenstoleranzanalyse experimentell und numerisch entwickelt und getestet. Der TÜV Nord hat das Projekt gemeinsam mit der Universität Rostock und dem Forschungszentrum Jülich durchgeführt. Die Praxistests fanden am KNG Kraftwerk Rostock statt. Es wurden lastabhängige Inspektionsintervalle für die Kesselumwälzpumpe und den Überhitzer-Sammler ermittelt.

Innovation

Für Kraftwerke bedeuten die Ergebnisse einen Paradigmenwechsel, weil für die Lebensdauer der Komponenten künftig deren Wechselschöpfung wichtiger ist als ihre Langzeitstabilität gegenüber Kriechrisen.



Mit Rasterelektronenmikroskop erstellte Vergrößerung der Risspitze beziehungsweise des rissspitzennahen Bereichs an der Oberfläche der nicht aufgezogenen C (T)-Probe des Schwellenwertversuchs bei 600 Grad Celsius, $R = 0,1$, $f = 20$ Herz unter Wasserdampfatmosphäre.

© Forschungszentrum Jülich

Ergebnisse

Zentrales Ergebnis ist, dass für den Temperaturbereich bis 550 Grad Celsius die Zuverlässigkeit der angewandten strukturmechanischen Untersuchungsmethode für dickwandige Bauteile mit gekrümmten Oberflächen experimentell, numerisch und im Praxistest am Kraftwerk Rostock bestätigt wurde. Das Konzept bietet fünf Vorteile: Es ermöglicht, Komponenten länger zu benutzen, es trägt zur Optimierung der An- und Abfahrtprozesse bei, es ermöglicht flexible Inspektionsintervalle und längere Prüfzeiten und es hilft, einen vorzeitigen Austausch von Komponenten zu vermeiden. Im Rahmen der zerstörungsfreien Materialprüfung, einem zentralen Bestandteil des Konzepts, haben sich Ultraschalluntersuchungen bewährt.

Verfahren zur Sicherheitsbewertung



Bisher bewerten die technischen Regelwerke für die Sicherheit von Kraftwerken die Ermüdungslasten rein rechnerisch und gehen dabei von den Randbedingungen des früheren Vollastbetriebs aus. Überschreitet eine Kraftwerkskomponente den zulässigen Wert von 100 Prozent für die Ermüdung, verschärfen sich die Prüfbedingungen. Ab einem bestimmten Schadensbild wird der Komponentenaustausch zwingend. Diese Regelwerke lassen aber bereits als Alternative zur reinen Ermüdungsanalyse differenzierte, betriebsbegleitende Untersuchungsmethoden mit einem erhöhten Umfang an zerstörungsfreien Materialprüfungen zu, wie sie jetzt im Verbund THERRI entwickelt worden sind.



Praxistransfer



Dank der Projektergebnisse lässt sich die Restlebensdauer von zentralen Anlagenkomponenten erstmalig genauer kalkulieren, ohne bei der technischen Sicherheit Abstriche vornehmen zu müssen. Für die wirtschaftliche Kalkulation der Kraftwerksbetreiber sind diese Erkenntnisse wichtig, weil die Anlagen einerseits durch den häufigeren Teillastbetrieb und zahlreiche Stillstände geringere Erlöse erzielen als im Vollastbetrieb und andererseits durch diese Lastwechsel aber höhere Wartungs- und Instandhaltungskosten entstehen. Die Ergebnisse der Untersuchungen flossen in einen neuen Richtlinienentwurf zur „Festlegung von Prüfintervallen für dickwandige Kraftwerkskomponenten mittels einer Schadenstoleranzanalyse“ ein, der dem VGB Power Tech zur Prüfung und Kommentierung vorgelegt wurde.

ANSPRECHPARTNER ZUM PROJEKT

 Axel Schulz
 TÜV Nord AG
Am TÜV 1
30519 Hannover
 www.tuev-nord.de


 Prof. Dr.-Ing. Manuela Sander
 +49(0)381-498-9340
 Universität Rostock, Lehrstuhl für Strukturmechanik
Albert-Einstein-Straße 2
18059 Rostock
 www.stm.uni-rostock.de

 Universität Rostock, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
 www.ltt.uni-rostock.de


 Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie- und Klimaforschung Werkstoffstruktur und -eigenschaften (IEK-2)
 www.fz-juelich.de/iek/iek-2/

FORSCHUNGSBERICHTE ZUM PROJEKT

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Ermittlung von Kennwerten zur Bewertung des thermischen Ermüdungsrisswachstums:
03ET7024A](#)

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Ermittlung von Kennwerten zur Bewertung des thermischen Ermüdungsrisswachstums:
03ET7024D](#)



Bei EnArgus, dem zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung, befindet sich unter anderem eine Datenbank mit sämtlichen Energieforschungsprojekten – darunter auch dieses Projekt.