

50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau
von Makro bis Nano /
Mechanical Engineering
from Macro to Nano**

Proceedings

Fakultät für Maschinenbau /
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel
Dipl.-Ing. Helge Drumm
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.
Werner-von-Siemens-Str. 16
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

G. Krapf / F. Bernhard / S. Augustin / H. Mammen

Selbstkalibrierende Thermoelemente im Kraftwerkseinsatz

ABSTRACT

Thermocouples with integrated miniature fixed-point cells may be used for the automated recalibration of temperature measuring chains in power plants. In this connection, binary aluminum alloys like Al87Si, Al75Pd and Al67Cu come into operation as phase transformation materials in the temperature range of superheated steam from 520 °C to 600 °C. Over a period of two years sensors on the basis of miniature fixed-point cells were successfully tested in four different power plants. In these applications, a calibration uncertainty at the fixed-point temperature of about ± 0.1 K was achieved. This allows an uncertainty of temperature measurement at the operating temperature of less than 1 K.

EINLEITUNG

Bei einer Instrumentierung des Heißdampfbereiches von Kraftwerken mit Thermoelementen des Typs K oder N muss aufgrund ihrer Toleranzen, einer mit der Einsatzzeit wachsenden Kennlinien-drift und der Fehlergrenzen der nachfolgenden Mess- und Auswerteeinheiten mit Unsicherheiten von bis zu 5 K gerechnet werden. Entsprechend muss der Sicherheitsabstand zwischen der geregelten Dampftemperatur und der maximal zulässigen Temperatur der Rohrleitungswerkstoffe gewählt werden. Durch den Einsatz von an der TU Ilmenau entwickelten Thermoelementen mit einer integrierten, miniaturisierten Fixpunktzelle ist eine wesentlich geringere Messunsicherheit der Temperaturmessketten erreichbar. Eine darauf basierende Verringerung des Sicherheitsabstandes ermöglicht eine höhere Dampftemperatur und damit einen höheren Wirkungsgrad sowie geringere Schadstoffemissionen.

GRUNDPRINZIP

Das Grundprinzip kraftwerkstauglicher Thermoelemente mit integrierter Miniaturfixpunktzelle, sogenannter selbstkalibrierender Thermoelemente (SKTE), besteht in der Kapselung eines geeigneten Fixpunktmaterials in einer Keramikzelle, in die ein Thermoelement eingelassen ist. Die Keramikzelle wird von einem Heizmodul umschlossen, über das die Zellentemperatur gegenüber der Dampftemperatur angehoben werden kann. Beim Erreichen der Schmelztemperatur J_M des Fixpunktmaterials durch den Eintrag einer Heizleistung wird durch die thermischen Effekte der Phasenumwandlung ein gegenüber der Umgebungstemperatur der Zelle zeitlich verzögerter Verlauf

der Thermospannung des Thermoelementes verursacht. Anhand dieses Verlaufes wird über spezielle Auswerteverfahren ein Kalibrierwert für den Schmelzvorgang gewonnen, an dem das integrierte Thermoelement unter Betriebsbedingungen kalibriert werden kann. Über diese Verfahrensweise können sowohl die Kennliniendrift des Thermoelementes im Laufe der Einsatzzeit als auch entsprechende Fehler aller Glieder der Messkette korrigiert werden.

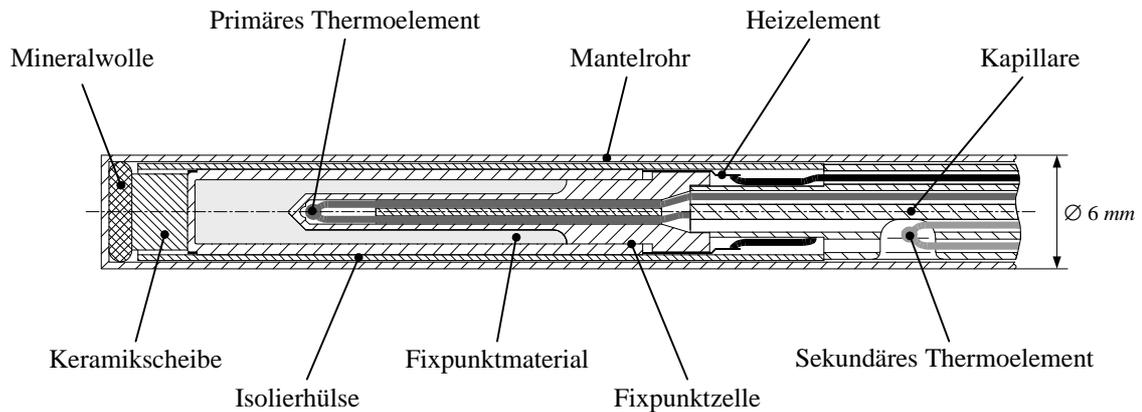


Abbildung 1: Aufbau eines SKTE für den industriellen Einsatz

EINSATZERFAHRUNG

Über einen Zeitraum von zwei Jahren kamen in vier verschiedenen, fossil befeuerten Kraftwerken sechs SKTE im Dampftemperaturbereich von 520 °C bis 600 °C zum Einsatz. Da in dem entsprechenden Temperaturbereich keine definierenden Fixpunkte der ITS-90 zur Verfügung stehen, dienten Al67Cu ($J_M=548,2\text{ °C}$), Al87Si ($J_M=578,8\text{ °C}$) und Al75Pd ($J_M=619,4\text{ °C}$) als Fixpunktmaterialien [1]. Durch die Einsatzerfahrungen konnte bestätigt werden, dass SKTE auf der Basis binärer Al-Legierungen eine hinreichende mechanisch-thermische sowie messtechnische Stabilität aufweisen, um einen längere Kraftwerkseinsatz gewährleisten zu können. Weiterhin konnte eine erreichbare Messunsicherheit von weniger als 1 K verifiziert werden.

Literaturhinweis:

[1] BOGHUN, D.: *Miniatur-Fixpunktzellen als Basis selbstkalibrierender elektrischer Berührungsthermometer*. Dissertation, TU-Ilmenau, 2002

Autorenangaben:

Dipl.-Ing. Gunter Krapf Dozent Dr.-Ing. Frank Bernhard
 Dipl.-Ing. Silke Augustin Dipl.-Ing. Helge Mammen
 TU-Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Institut PMS, PF 100565
 98684 Ilmenau
 Tel.: 03677/69-1452
 Fax: 03677/69-1412
 E-mail: Gunter.Krapf@TU-Ilmenau.de