

Neue Wege in der Temperaturmesstechnik für Dampftemperaturen über 700 °C Temperatursensoren für Hochtemperaturkraftwerke mit Wirkungsgrad größer 50 %

Ein weltweit führendes Projekt auf dem Weg zur Entwicklung modernster Kohlekraftwerke mit Dampftemperaturen bis über 700 °C wurde in Nordrhein-Westfalen umgesetzt – COMTES 700 (Component Test Facility for a 700 °C Power Plant). Neue Werkstoffe und Komponenten für zukunftssträchtige Kohlekraftwerke mit erheblich gesteigertem Wirkungsgrad von über 50 % wurden dort in einem mehrjährigen Versuchsbetrieb erprobt.

Für diese neue Kraftwerksgeneration ist eine Steigerung der Dampfzustände auf mehr als 700 °C und deutlich über 350 bar erforderlich. Dies setzt voraus, dass neue, modernste Werkstoffe, Komponenten und Sensoren entwickelt werden müssen, die diesen Belastungen standhalten. Neuartige Nickel-Chrom-Kobalt-Molybdän Legierungen mit ausgezeichneter Gefügestabilität, Festigkeit und Oxidationsbeständigkeit kamen unter anderem für die Schutzhülsen (Einschweißhülsen Form 4 gem. DIN 43 772) der Temperatursensoren zum Einsatz.

Neben dem Druck galt das besondere Augenmerk der Temperaturmessung. Hier mussten zum Teil ganz neue Wege beschritten werden, um die von Betreiber und Zulassungsbehörde geforderte 3 K Messunsicherheit bei 700 °C über den Zeitraum mindestens eines Betriebsjahres bei Vollast zu gewährleisten.

RÖSSEL-Messtechnik, ein mittelständiger Hersteller mit Fertigungsstätten in Werne a.d. Lippe und Dresden, war mit seinen Temperatursensoren und Messumformern von Anfang an mit dabei. Bereits in der Designphase wurden intensive Gespräche mit Betreibern, Anlagenbauern und Komponentenherstellern geführt, um die Herausforderungen dieser neuartigen Technologie meistern zu können. Messunsicherheit, Driftverhalten und Lebensdauer der Temperatursensoren waren stets die zentralen Themen. Für die Temperatursensoren zusammen mit den Messumformern wurde unter Anderem eine Einstufung nach SIL II erreicht.

In mehreren, im zeitlichen Abstand aufeinander folgenden Kalibrierzyklen konnte die Stabilität und Zuverlässigkeit der Temperaturmessung eindrucksvoll nachgewiesen werden. Es wurde ein feingestuftes Messunsicherheitsbudget aufgestellt, in dem alle messtechnisch relevanten Komponenten mit ihren Unsicherheitsanteilen bewertet und gewichtet wurden. Die daraus errechnete Gesamtmessunsicherheit beträgt 2.8 K inklusiv einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$, was einem Vertrauensbereich (doppelte Standardabweichung) von annähernd 95 % entspricht. Die ursprünglich aufgestellte Forderung des Betreibers nach einer Gesamtmessunsicherheit von max. 3 K konnte somit vollständig erfüllt werden.

Viele Vorversuche waren nötig, etliche Laborstunden wurden im wahrsten Sinne verheizt. Im Zusammenspiel zwischen Leitsystem, Messumformer und Temperatursensor konnte ein neuartiges Konzept zur Gestaltung der Vergleichsstelle für Thermoelemente verwirklicht werden. Erst durch den Wegfall der stark fehlerbehafteten Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen konnte die geforderte Messunsicherheit eingehalten werden.

Inzwischen ist die Versuchsanlage abgebaut worden. Bedingt durch viele Stillstände und dem daraus resultierenden Anfahren mit entsprechendem Stress für die Komponenten entspricht die Versuchsdauer einer realen Betriebszeit von mindestens 5 Jahren. Die Temperatursensoren wurden soweit wie möglich ausgebaut und im Labor abschließend kalibriert. Alle Sensoren waren immer noch innerhalb der im Neuzustand ermittelten Klassengenauigkeit.

Letztlich gab der Erfolg unserem Konzept recht. Die Temperatursensoren, Schutzhülsen und Messumformer von RÖSSEL-Messtechnik wurden den Anforderungen der modernsten Kraftwerkstechnik im vollen Umfang gerecht.

Reinhard Klemm

RÖSSEL Messtechnik GmbH, Werne a.d. Lippe

November 2011