

02 | 2012

# gwi

gaswärme  
international

Zeitschrift für gasbeheizte Thermoprozesse

## SCHWERPUNKT

Messen, Steuern, Regeln,  
Automatisieren

3. Praxisseminar + Workshops + Ausstellung



Effiziente  
**BRENNERTECHNIK**  
für Industrieöfen

24.+25. April 2012

ISSN 0020-9384

[www.gaswaerme-online.de](http://www.gaswaerme-online.de)

 Vulkan-Verlag

## Ofeninstandhaltung und Konzepte zur Kundenforderung

von **Thomas Rücker**

# Ofeninstandhaltung und Konzepte zur Kundenforderung

von **Thomas Rücker**

Die AIAG (Automotive Industry Action Group) hat mit der Release, einer neuen Edition der Kundenforderung CQI-9 HTSA, ein neues Kapitel für die Wärmebehandlung in der Automobilindustrie eröffnet. Seit dem 8. Dezember 2011 ist die CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition gültig. Das Copyright ist über Internetzugriff auf der Seite [www.aiag.org](http://www.aiag.org) erhältlich. Gegründet wurde die AIAG aus den amerikanischen Automobilherstellern Chrysler, GM und Ford. Das vorrangige Ziel dieser Gruppe ist die Definition von einheitlichen und verbindlichen Standards für die Wärmebehandlung der Automobilzulieferer.

## Furnace maintenance and concepts for customer requirements

The AIAG (Automotive Industry Action Group) has released a new edition of the customer requirement CQI-9 HTSA and a new chapter for the heat treatment within the automotive industry. Since December 8th the CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> edition has been valid. The copyright is available via Internet access on the page [www.aiag.org](http://www.aiag.org). The AIAG was founded from the American automotive manufacturers Chrysler, GM and Ford. The prior-ranking aim of this group is the definition of uniform and obligatory standards for the heat treatment of the automotive suppliers.

Die 3<sup>rd</sup> Edition ist das Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen der AIAG (Automotive Industry Action Group) in den USA und dem AWT Fachausschuss 25 in Deutschland. Die CQI-9 HTSA 2<sup>nd</sup> Edition mit den stetigen Verweisen auf die AMS 2750D stellte viele Firmen sowie die Auditoren vor große Verständnisprobleme. In der 3<sup>rd</sup> Edition sind diese Verweise zur AMS 2750D gänzlich verschwunden, wobei die Inhalte der AMS 2750D zu großen Teilen übernommen und teilweise vereinfacht wurden.

Es sehen sich jedoch immer noch viele Unternehmen mit einer Liste von zum Teil schwer umsetzbaren und teuren Maßnahmen für ihre Wärmebehandlungsanlagen konfrontiert. Dieser Artikel soll helfen die erforderlichen Maßnahmen zur Ofen-Instandhaltung richtig zu bewerten, sowie Konzepte zur Ergänzung der vorhandenen Anlagen-Instrumentierung gemäß den Forderungen der CQI-9 3<sup>rd</sup> Edition zu erfüllen.

### INSTANDHALTUNGSFORDERUNGEN

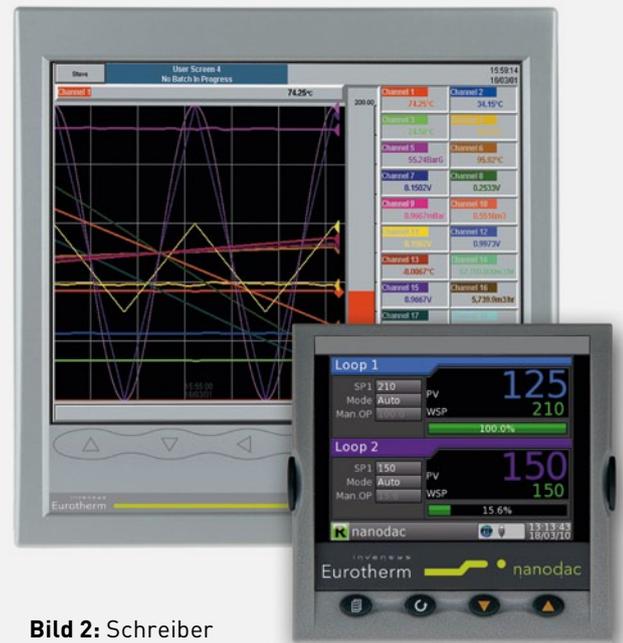
Wichtig für eine erfolgreiche Selbstbewertung ist die Fähigkeit nachzuweisen, dass bestimmte Abläufe für die Instandhaltung und den Betrieb von Öfen befolgt werden. Die CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition setzt mit seinem neuen Kapitel besondere Schwerpunkte auf folgende Aspekte einer Ofenanlage:

- Thermoelemente (Abschnitt 3.1)
- Instrumentierung (Abschnitt 3.2)
- System Accuracy Test – SAT – Systemgenauigkeitsüberprüfung (Abschnitt 3.3)
- Temperature Uniformity Survey – TUS – Temperaturgleichmäßigkeitsüberprüfung (Abschnitt 3.4).

Es muss überprüft werden, ob die Verfahren den Forderungen entsprechen und innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgeführt werden. Die Wartungs-/Instandhaltungsmaßnahmen einer Wärmebehandlungsanlage



**Bild 1:** Thermoelemente für den Einsatz in der Wärmebehandlung der Automobilindustrie mit Erfüllung der Forderung nach CQI-9 in der Luftfahrt nach AMS2750D.



**Bild 2:** Schreiber

müssen entsprechend der Forderungen dokumentiert werden. Die Leistungsfähigkeit der Anlage spiegelt sich in den Ergebnissen der zyklischen Temperaturgleichförmigkeitsüberprüfung TUS wieder.

## THERMOELEMENTE

Die Thermoelemente (**Bild 1**) müssen für den jeweiligen Einsatzbereich (z. B. Regelung und Aufzeichnung, SAT- und TUS-Elemente) geeignet sein. Dabei sind folgende Merkmale zu beachten:

- Die Forderungen, gemäß der aufgeführten Tabellen aus der CQI-9, müssen erfüllt sein.
- Vor dem Ersteinsatz müssen die Thermoelemente kalibriert sein.
- Externe Organisationen, welche Kalibrierungen anbieten, müssen eine Akkreditierung nach ISO/IEC17025 besitzen.
- Regelemente sind direkt mit Prüfvorrichtung für die SAT-Messung vorzusehen.
- Das Einbaudatum muss dokumentiert werden und der Austausch der Thermoelemente muss gemäß der Tabellen aus der Forderung CQI-9 zyklisch erfolgen.

## INSTRUMENTIERUNG

Die Instrumentierung hat einen großen Anteil an der Leistungsfähigkeit einer Wärmebehandlungsanlage. Dabei sind einige Hauptmerkmale der Geräte mit von entscheidender Bedeutung:

1. Eingangsstabilität der Analogeingänge durch Eingangskompensation sowie galvanischer Trennung.

2. Regelgenauigkeit mit einem guten Einschwingverhalten sowie der Vermeidung von Über- und Unterschwingern.
3. Langzeitstabilität der Analogeingänge um Temperaturdrift zu vermeiden. Dies entsteht meist durch Bau-teilalterung.

Die Regler und Schreiber (Aufzeichnungsgeräte) müssen folgende Eigenschaften und Maßnahmen für den Einsatz erfüllen:

- Die Kalibriergenauigkeit muss besser  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  sein.
- Alle Instrumente müssen kalibriert sein.
- Die Rekalibrierung erfolgt als Multipunktkalibrierung halbjährlich oder als Einzelpunktkalibrierung vierteljährlich.
- Die Kalibrierung muss auf die nationalen Standards (PTB, NIST...) rückführbar sein.
- Die Lesbarkeit und Auflösung bei digitalen Instrumenten muss mindestens  $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$  sein.
- Papierschreiber sind zugelassen, wenn die mindeste Lesbarkeit  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  beträgt.
- Offsetanpassungen sind generell zu vermeiden. Müssen sie dennoch angewandt werden, ist das Wann, Wer und Wie zu dokumentieren.
- Die Prozessdatenerfassung/Aufzeichnung muss in einem fälschungssicheren Datenformat sein.



**Bild 3:** Einzel- und Multiregler

### FÄLSCHUNGSSICHERE PROZESS-DATENERFASSUNG

Ein wichtiger Bestandteil in der Prozessdatenerfassung ist der Datenschutz und die Nachvollziehbarkeit der Prozesse (Chargen). Die aufgezeichneten Daten sind wertvolles Gut. Dies gerät dann in den Vordergrund, wenn man in den Genuss kommt, den Prozessverlauf nachweisen zu müssen.

Den höchstmöglichen Datenschutz bieten unabhängige Schreibersysteme gegenüber einer anfälligen Systemumgebung. Die Nachweispflicht über Jahre verpflichtet jeden über das Wie und Wo einer Datenerfassung nachzudenken. Die Datenauswertungssoftware muss in der Lage sein, Daten über mehrere Jahre lesen zu können.

Ein Beispiel aus der Luftfahrt mit der AMS2750D: Die Prozessdaten zur Wärmebehandlung eines Flugzeugbauteils müssen über die Lebensdauer eines Flugzeugs plus 6 Jahre vorgehalten werden. Das bedeutet heute: 40 Jahre + 6 Jahre = 46 Jahre.

Entsprechende digitale Schreiber (**Bild 2**) gibt es seit 1992 von Invensys Eurotherm (Eurotherm Chessel). Die fälschungssicheren Daten von 1992 können mit dem auf der jetzigen Windowsplattform (Windows7) verfügbaren Software Review ausgelesen werden.

### REGLER/ REGELUNGSSYSTEME

Die Verfügbarkeit einer Wärmebehandlungsanlage steht und fällt mit den Möglichkeiten der Instandhaltung. Der Ofenbediener muss in der Lage sein, Störungen schnell

zu beseitigen. Stillstandzeiten bzw. der Ausfall einer Ofenanlage ist heute, bedingt durch die große Auslastung, problematischer als je zuvor. Die Regelgüte eines Systems/Reglers ermöglicht, gute Ergebnisse und Nachweise für die wärmebehandelten Produkte zu erzielen. Die wachsenden Kundenanforderungen (CQI-9 und AMS2750D) an die Ofenregelung in Bezug auf Einschwingverhalten und Stabilität in der Haltephase, kann durch die richtige Wahl der Regelung erleichtert werden.

Die Invensys Eurotherm Regelungssysteme (**Bild 3**) verfügen über eine bewährte und vielfach eingesetzte Regelgüte mit einem hohen Grad der Kommunikationsfähigkeit mit anderen Systemen. Die Langzeitstabilität und galvanische Trennung an den Signaleingängen sowie deren hohe Auflösung garantiert im hohen Maße die Erfüllung der gesetzten Erwartungen und Normen.

Wie können Kundenanforderungen für Thermoelemente und Instrumentierung mit einer bestehenden Anlage erfüllt werden?

1. Sensorik überprüfen, Kalibrierzertifikate
2. Sind Systemgenauigkeitsüberprüfung (SAT) bzw. Referenzmessungen mit dem Ofen durchführbar?
3. Welche Instrumentierung ist einsetzbar und entsprechen sie den Kundenanforderungen?
4. Werden die Prozessdaten fälschungssicher aufgezeichnet?

Bevor eine Anlage komplett neu instrumentiert wird, sollte man über Möglichkeiten der Ergänzung nachden-

ken. Viele Wärmebehandlungsanlagen decken bereits zum großen Teil die gewünschten Anforderungen ab.

Invensys Eurotherm verfügt über eine zusätzliche Kopplung zwischen Profinet (Bild 4), Ethernet-Regler, Thyristorsteller und Schreiber. Eine Erweiterung der Instrumentierung ist einfacher und preiswerter als eine komplett neue Instrumentierung.

### System Accuracy Test – SAT

Die SAT-Messung (Systemgenauigkeitsüberprüfung) ist eine Referenzmessung an einem Regelelement. Dabei muss ein separates Messinstrument und ein separates Prüf-Thermoelement zur Messung gemäß der Tabellen der Kundenforderung CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition verwendet werden. Die Thermoelementspitzen (Regelelement und Prüfelement) sollten so nahe wie möglich zueinander stehen. Sinn ist es, die gesamte Messstrecke des Reglers auf Genauigkeit zu überprüfen. Die angezeigten Werte im Display des Reglers und des Messgerätes (Kalibrator) werden miteinander verglichen und bewertet.

Eine SAT-Prüfung muss vierteljährlich nach Methode „A“ oder „B“ (siehe Original CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition) durchgeführt werden. Die Methode „A“ und „B“ erlaubt eine maximale SAT-Differenz von  $\pm 5$  °C. Abweichend zur vierteljährlichen Überprüfung muss eine SAT-Prüfung nach Wartungsarbeiten durchgeführt werden, welche die SAT-Genauigkeit beeinflussen kann. Eine SAT-Prüfung muss immer im laufenden Betrieb bei typischer Arbeitstemperatur stattfinden. Sinnvoll ist es, Thermoelemente (Regel-elemente) mit Prüfvorrichtungen (Prüflöcher) einzusetzen.

Es gibt noch eine weitere Methode, welche aber rein technisch gesehen gut durchdacht sein muss. Das ist die comperative Methode, welche monatlich durchgeführt wird. Dabei wird ein Temperaturdrift überwacht, welcher die maximale SAT-Differenz von  $\pm 1$  °C nicht übersteigen darf.

Der SAT-Test muss in einem Report dokumentiert werden. Der Report umfasst zusätzlich die Kalkulation der SAT-Differenz, die Bewertung der Ergebnisse und die Unterschrift einer verantwortlichen Person des Wärmebehandlungsunternehmens.

### Temperature Uniformity Survey – TUS

Die Temperaturgleichmäßigkeitsüberprüfung (TUS) ist die kostenintensivste Maßnahme. Neben den Kosten für die Prüfung fallen zusätzliche Kosten durch Produktionsverlust an (Ausfallzeit von zum Teil einem Tag). Der TUS-Test muss einmal jährlich bei jeder Ofenanlage durchgeführt werden. Die Ergebnisse zeigen die momentane Leistungsfähigkeit der Anlage bzw. bestätigen diese mit jedem weiteren zyklischen Test.

Die Leistungsfähigkeit einer Ofenanlage kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden. Dies führt meis-

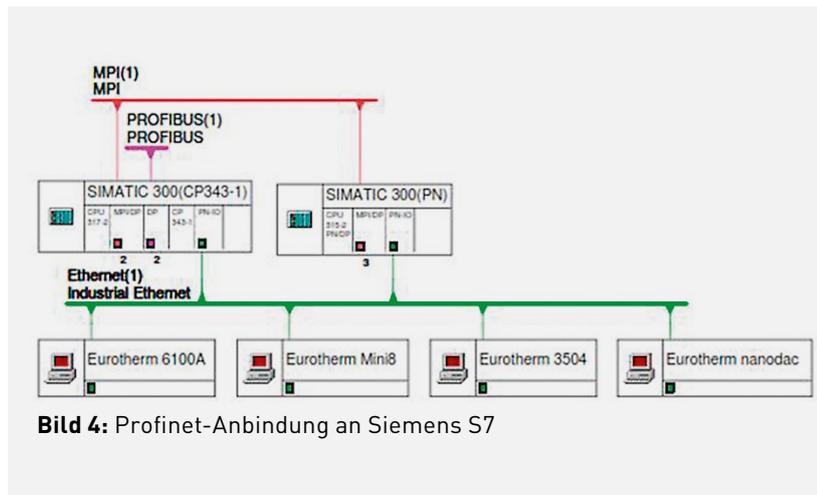


Bild 4: Profinet-Anbindung an Siemens S7

tens zur Verschlechterung der Temperaturgleichmäßigkeit. Eine gute Instandhaltung verringert das Risiko:

- Unversehrtheit der Ofenisolation,
- Unversehrtheit der Türdichtung,
- Prüfung der Heizelemente,
- Prüfung des Brenners,
- Prüfung der Ventilatorgeschwindigkeit,
- Unversehrtheit der Thermoelementdichtung.

### NACHWEISE UND TUS-REPORT

Mit der Verpflichtung zum Nachweis muss der Wärmebehandler sicherstellen, dass er die Einhaltung der CQI-9 Forderungen gegenüber dem Prüfer demonstrieren kann. Hilfreich sind dabei Graphikschreiber, die das Abspeichern von Prozessdaten in fälschungssicheren Formaten auf lokalen oder zentralisierten Servern ermöglichen. Die tragbaren TUS-Schreiber (Feldtestinstrumente) dienen zur Aufzeichnung von TUS-Daten. Allgemeine Anforderungen sind:

- Bestätigung der Temperatur-Gleichmäßigkeit durch zyklische Überprüfung;
- Bei Ofenreparaturen und Veränderungen muss ein neuer TUS-Test durchgeführt werden;
- TUS-Prüftemperaturen müssen den Betriebstemperaturen der Ofenanlage entsprechen. Falls die verschiedenen Arbeitstemperaturen  $> 170$  °C (305 °F) auseinanderliegen, muss die tiefste und die höchste Arbeitstemperatur geprüft werden;
- TUS-Test sollte unter Produktionsbedingungen durchgeführt werden;
- TUS-Test kann im leeren Ofen oder beladenen Ofen durchgeführt werden. Dabei sollte der nächste Test unter gleichen Bedingungen erfolgen;
- Bei der Überprüfung von kontinuierlichen und takten Durchlauföfen sind verschiedene Einflussgrößen wie z. B. Bandgeschwindigkeit und Aufzeichnungsgeschwindigkeit zu berücksichtigen.



**Bild 5:** TUS-Schreiber

Ist eine TUS-Prüfung in den Arbeitszonen nicht direkt durchführbar, sollte eine Alternative gefunden werden, um die Temperaturcharakteristik nachweisen zu können. Diese Prüfung muss vom Endkunden geprüft und genehmigt werden.

Nur wenn der TUS und die alternative Methode nicht anwendbar sind, können die Nachweise mittels Produkteigenschaftsprüfung durchgeführt werden. Wenn der TUS-Test fehlgeschlagen ist, darf nicht mehr produziert werden bis:

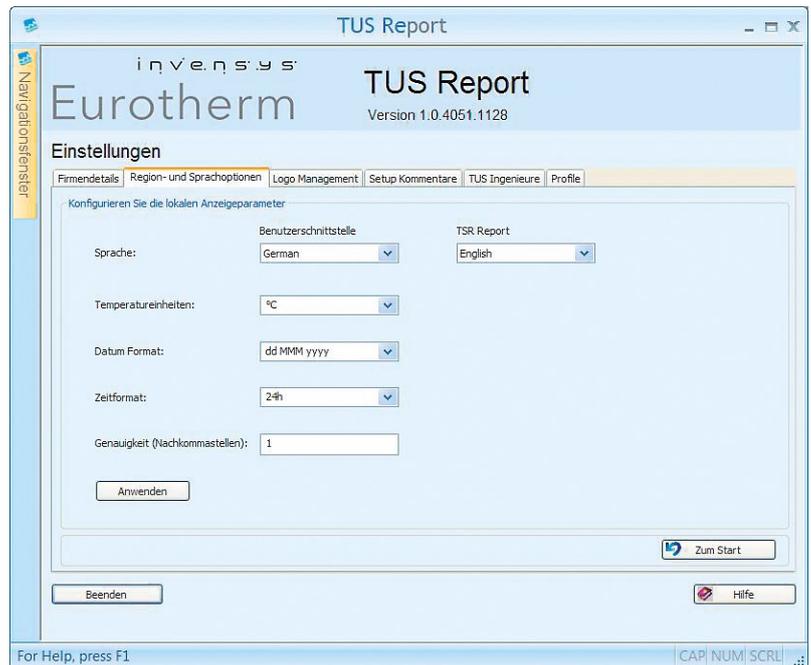
- Fehler ermittelt und dokumentiert wurde;
- Fehler korrigiert wurde;
- Ein neuer erfolgreicher TUS-Test durchgeführt wurde.

Die TUS-Aufzeichnung muss mit einem unabhängigen Prüfinstrument (**Bild 5**) durchgeführt werden. Geeignet sind dafür die TUS-Schreiber, welche direkt für diese Anwendung verfügbar sind.

Für die Reporterstellung ist eine spezielle TUS-Report-Software (**Bild 6**) verfügbar. Die aufgenommenen Messdaten werden mittels TUS-Report-Software eingelesen und stehen als Report (Pdf-Datei/Ausdruck) zur Verfügung. Die Erstellung eines Reports ist in ca. 30 min. erledigt. Die Erstellung eines TUS-Report per „Hand“, gemäß der Forderung, kann je nach den Fähigkeiten des Mitarbeiters einen Tag erfordern.

## FAZIT

Die CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition definiert die Verfahrens- und Instandhaltungs-Anforderungen für die Wärmebehandlung innerhalb vorgegebener Fristen und deren Nachweispflicht. Ein Scheitern bei der Einhaltung der Vorgaben kann zu weitreichenden Sanktionen, von Nachrüstprogrammen bis hin zu Rückrufaktionen führen. Die



**Bild 6:** TUS-Report Software

erfolgreiche Umsetzung der Forderung bedeutet für den Wärmebehandler kurzfristig zusätzliche Kosten, aber auf lange Sicht gesehen wären die Kosten bei einem Misserfolg um einiges höher.

Die TUS- und SAT-Tests sind notwendige zu dokumentierende Nachweise für den Wärmebehandler. Die Wahl der einzusetzenden Geräte ist eine wichtige und strategische Entscheidung. Eine stärkere Investition in Geräte führt zwar neben Kosten auch zu einem höheren Konfigurationsaufwand, aber reduziert mittelfristig die Kosten für TUS und SAT. Die richtige Wahl von Reglern und Schreibern kann dem Wärmebehandler die Regelgüte, Aufzeichnungsqualität und Rückverfolgbarkeit bringen, die er benötigt, um die Kundenforderung der CQI-9 HTSA 3<sup>rd</sup> Edition zu bestehen.

## AUTOR



**Thomas Rücker**  
 Invensys Systems GmbH,  
 Eurotherm  
 Limburg  
 Tel.: 06431/ 298-233  
 thomas.ruecker@invensys.com