

CQI-9 – der Gold-Standard in der Wärmebehandlung

von Christoph Bollgen

In den USA gab es vor kurzem eine Rückrufaktion für verschiedene Modelle der Automarke KIA. Bei den 170.000 PKWs konnte eine falsche Wärmebehandlung der Kolbenringe zu Motorschäden führen. Rückrufe aus diesem Grund sind jedoch die absolute Ausnahme. Denn die führenden Hersteller wissen, dass Metalle viele ihrer wichtigen Eigenschaften, wie z. B. Härte oder Zähigkeit, erst durch eine gezielte und ausgeklügelte Wärmebehandlung erhalten. Um diese zu gewährleisten, haben Automobilhersteller gemeinsam entsprechende Vorschriften für ihre Lieferanten erstellt. Heute gehören auch Zulieferer und Dienstleister zu den Mitgliedern der Branchenverbände und deshalb gelten diese Vorschriften auch für diese.

Die Richtlinie Continuous Quality Improvement (CQI) ist in der Automobilbranche absoluter Standard. Die Wärmebehandlung ist in der CQI-9 geregelt und ist ein MUSS für alle Zulieferer dieser Branchen (**Bild 1**). Die aktuelle 4. Auflage ist ein Gemeinschaftswerk von OEM, Tier-I-Lieferanten, Wärmebehandlungslieferanten und Kalibrierunternehmen, die Dienstleistungen für die Wärmebehandlungsindustrie erbringen.

4. Auflage der CQI-9

Als die 4. Auflage der CQI-9 im Juni 2020 veröffentlicht wurde, erweiterte sich das Dokument um eine zusätzliche Prozesstabelle, um die neue Vorgehensweise zu verdeutlichen und die dazugehörigen Anforderungen darzustellen.

CQI-9 ist zur besseren Übersichtlichkeit des Dokuments in verschiedene Abschnitte unterteilt, in der u. a. das Verfahren zur Bewertung von Wärmebehandlungssystemen, die nötige Instrumentierung sowie der SAT (System-Genauigkeit-Test) und die TUS (Temperatur-Gleichmäßigkeits-Überprüfung) beschrieben werden.

Im Folgenden werden einige der wichtigsten Änderungen innerhalb der CQI-9 in den einzelnen Abschnitten der Spezifikation beschrieben.

In der Einleitung wurden die Qualifikationen der Prüfer für die Durchführung des HTSA (Heat Treatment System Assessment) verfeinert:

Der Auditor muss in der Lage sein, das Verständnis der anwendbaren Anforderungen des Qualitätsmanagementsystems (z. B. ISO 9001, VDA und IATF 16949) in Bezug auf

den Umfang der Bewertung nachzuweisen. Der Verband der Automobilindustrie (VDA) ist hier neu aufgenommen worden.

Zu den neu hinzugefügten Dokumenten in diesem Abschnitt gehören FMEA (AIAG & VDA FMEA Handbook) und SAE J1739 (Design FMEA and Process FMEA of the SAE International).

Des Weiteren wurde das Deckblatt neu formatiert, es wurde übersichtlicher gestaltet und die neue Prozesstabelle I (Heißprägen – Trockenkontakt-Presshärten) hinzugefügt.

Im Abschnitt Pyrometrie gab es zahlreiche Änderungen. So wurden Platin-Widerstandsthermometer neu in das Dokument mit aufgenommen. Ein WTH kann an das Temperaturregelgerät der Prozessanlage angeschlossen werden mit den Genauigkeiten, die in **Tabelle 1** aufgelistet sind.

Edelmetall-Thermoelemente der Typen B, R, S und WTH's dürfen jetzt anstelle eines Austauschs neu kalibriert werden. In der alten Revision stand auch in der letzten Spalte „Maximal zulässiger Fehler“, was jetzt auf „Erforderliche Kalibrierungsgenauigkeit“ umgeändert worden ist. Genauso sind jetzt alle Temperaturen bei den Arbeitstemperaturen erlaubt – anstelle von ≥ 760 °C (1.400 °F), wie in der alten Revision beschrieben.

Zwei weitere Hinweise wurden bei der Tabelle 3.1.5 „Zulässige Anzahl von Verwendungen für Thermoelemente in speziellen Anwendungen“ hinzugefügt.

Bei dem ersten neuen Hinweis (6) wurde beschrieben, dass unter keinen Umständen einfach isolierte Standard-Thermoelemente länger als ein Jahr nach der ersten Verwendung benutzt werden dürfen. Mantel-Standard-Thermoelemente dürfen unter keinen Umständen länger als zwei Jahre nach der ersten Verwendung benutzt werden.

Beim zweiten neuen Hinweis (7) steht, dass residente Thermoelemente nach sechs Monaten bei Temperaturen unter oder gleich 980 °C (1.800 °F) und nach drei Monaten bei Temperaturen über 980 °C (1.800 °F) ausgetauscht werden müssen, wenn sie für die Sondenmethode A oder B benutzt werden.

Unter Punkt P3.2.1 wurde ein Hinweis hinzugefügt, dass alle analogen Messgeräte innerhalb der nächsten drei Jahre nach der Veröffentlichung der 4. Auflage der CQI-9 durch digitale Messgeräte ersetzt werden müssen. Das bedeutet, dass



Bild 1: Die richtige Wärmebehandlung ist entscheidend für die Qualität von Metallen

Tabelle 1: Erforderliche Kalibrierengenauigkeit

Thermoelement	Arbeitstemperaturen	Kalibrier- / Austauschintervalle	Kalibriert gegen	Erforderliche Kalibrierungsgenauigkeit
Edelmetalltypen (B, R, S & WTH's)	Alle Temperaturen	Zu Kalibrieren: Vor erster Verwendung. Zu ersetzen: Alle 2 Jahre (2, 4, 5)	Primär- oder Sekundär-Standard	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{F}$) oder $\pm 0,4\text{ }\%$

Tabelle 2: Volumenmethode

Arbeitsraum Volumen	< 0,1 m ³ (3 ft ³)	0,1 m ³ bis 8,5 m ³ (3 ft ³ bis 300 ft ³)
Anzahl der Thermoelemente	5	9
Pro 3 m ³ (105 ft ³) mehr Volumen ab einem Volumen m ³ (300 ft ³) von 8,5 m ³ (300 ft ³) mind. ein Sensor mehr Pro 14 m ³ (500 ft ³) mehr Volumen ab einem Volumen von 85 m ³ (3.000 ft ³) mind. zwei Sensoren mehr		

Tabelle 3: Flächenmethode

Qualifizierte Arbeitsbereichsbreite	Qualifizierte Arbeitsbereichshöhe	
	≤ 300 mm (1 ft)	> 300 mm (1 ft)
< 0,3 m (1 ft.)	2	4
0,3 m bis 0,75 m (1 ft. - 2.5 ft.)	3	5
0,75 m bis 1,5 m (2.5 ft. - 5 ft.)	3	7
1,5 m bis 2,4 m (5 ft. - 8 ft.)	3	8
> 2,4 m (8 ft.)	Ein Thermoelement pro 0,6 m (2 ft.) zusätzlicher Breite hinzufügen	8

im Juni 2023 nur noch digitale Messgeräte an den Wärmebehandlungsanlagen vorhanden sein dürfen.

Eine weitere große Neuerung ist unter P3.2.3 zu finden. Der maximal zulässige Offset wurde erhöht. Obwohl von der Verwendung von Offsets generell abgeraten wird, sind sie erlaubt, um (besondere) Kalibrierungsfehler oder SAT-Fehler zu korrigieren sowie zur Zentrierung eines TUS-Ergebnisses. Die angewandten Offset- oder Bias-Werte sind begrenzt und dürfen nicht mehr als 3 °C oder 5 °F für die Korrekturen von Fehlern bei der Geräte Kalibrierung verwendet werden. Ein zusätzlicher Offset- oder Bias-Wert von 3 °C oder 5 °F ist jeweils für die Korrektur eines SAT-Fehlers und zur Zentrierung des TUS-Ergebnisses zulässig. In der alten Richtlinie war der maximale Offset bei 2 °C oder 4 °F. Wenn Offsets benutzt werden, muss ein dokumentiertes Verfahren vorhanden sein.

In der neuen Revision dürfen unter der Tabelle 3.2.1 nur noch digitale Instrumente und elektromechanische Instrumente halbjährlich kalibriert werden. Voraussetzung ist, dass das zu kalibrierende Instrument mit einer Multipunktkalibrierung geprüft wird und die SAT-Prüfung nach der Sensormethode A monatlich und nicht mehr wie bisher vierteljährlich durchgeführt wird.

Die neuen Karennzeiten sind in den Abschnitten Kalibrierungen, SAT und TUS definiert. Die Kalibrierhäufigkeiten und Genauigkeiten sind in den jeweiligen Prozesstabellen und in der Instrumentierungstabelle P3.2.1 angegeben. Für alle Kalibrierungen ist eine Nachfrist von zwei Wochen vorgesehen.

Die SAT-Frequenzen sind vierteljährlich festgelegt und eine Karennzeit von zwei Wochen ist für die Sensormethode A und B vorhanden. Für die SAT-Vergleichsmethode ist nur eine Karennzeit von drei Tagen vorgesehen. Die TUS-Frequenzen sind in den entsprechenden Prozesstabellen angegeben. Die Karennzeit von zwei Wochen ist für alle Temperaturgleichmäßigkeitsprüfungen erlaubt.

Ein weiterer Punkt, der überarbeitet wurde, ist P3.3.4.1.5, der angibt, dass residente SAT-Thermoelemente non-expendable und von einem anderen Typ als der zu prüfenden Sensoren sein müssen. Nur die Thermoelement-Typen N, B, R und S sind damit als Residente Thermoelemente erlaubt.

Weitere Änderungen gab es beim Abschnitt TUS. Zum einen wird unter P3.4.8 beschrieben, dass – wenn eine gewöhnliche TUS Prüfung nicht möglich oder praktikabel ist – der Wärmebehandler eine Eigenschaftsprüfung durchführen muss oder eine akzeptable alternative TUS-Prüfmethode entwickeln muss.



Bild 2: Das JUMO thermoCOR-Messsystem (rechts) ist eine einfach zu handhabende Kompaktlösung zur Kalibrierung nach CQI-9

Bei größeren Ofenvolumina wurde ein Leitfaden für die Berechnung der erforderlichen Anzahl von Thermoelementen entwickelt.

Bei der Volumenmethode ist neu, dass ab einem Volumen von 85m³ pro zusätzlichen 14 m³ Volumen zwei Sensoren mehr hinzugefügt werden (**Tabelle 2**).

Bei der Flächenmethode wurde die Anzahl von Thermoelementen bei einem qualifizierten Arbeitsbereichsbreite kleiner 0,3 m minimiert (siehe **Tabelle 3**).

Überarbeitet wurde auch P3.4.3.1 TUS-Methoden: Chargen-/Kammeröfen müssen so vermessen werden, dass das Volumen, das als qualifizierter Arbeitsbereich definiert ist, geprüft wird. Für Chargen-/Kammeröfen mit mehreren Kammern (z. B. mehrere Regelzonen und qualifizierte Arbeitszonen) ist die Durchführung eines TUS für jede einzelne Kammer erforderlich.

Der nächste Abschnitt, der überarbeitet wurde, sind die HTSA-Fragen sowie das HTSA-Format.

Die Frage 1.6 wurde bearbeitet, um einer verantwortlichen Person die Befugnis zu erteilen, die Prozessspezifikation für die Wärmebehandlung der Produkte mit der vorhandenen Ausrüstung festzulegen. Änderungen der Prozessspezifikation müssen dokumentiert, überprüft und genehmigt werden.

Des Weiteren wurde die Frage 2.15 überarbeitet, um Ausnahmen von den Prozesstabellen festgelegten Prüfhäufigkeiten von den Kunden schriftlich genehmigt zu bekommen.

Die Fragen 3.2, 3.3 und 3.4 in der HTSA wurden überarbeitet, um zusätzliche Details aufnehmen zu können. Bei der Frage 3.16 soll ein Signaturmonitor oder Energiemonitor verwendet werden, um die Energie oder Leistungen teilweise zu überwachen und alle außer Kontrolle geratenen Ereignisse aufzuzeichnen. Diese ganzen HTSA-Fragen müssen von dem Prozesseigner ausgefüllt werden, genauso wie die dazugehörigen Tabellen bei den vorhandenen Prozessen im Unternehmen.

Akkreditiert für die Instrumentierungsprüfung und SAT-Messung

Einer der größten Veränderungen in der neuen Revision der CQI-9 ist, dass externe Dienstleister nach dem nationalen Standard akkreditiert sein müssen, um die Instrumentierungsprüfung und die SAT-Messung durchführen zu dürfen. JUMO erfüllt diese Anforderung und ist deshalb der passende Kalibrierpartner für alle Wärmebehandlungsverfahren nach CQI-9.

Kompaktlösung zur Kalibrierung

Darüber hinaus bietet JUMO mit dem thermoCOR-Messsystem (**Bild 2**) eine einfach zu handhabende Kompaktlösung zur Kalibrierung nach CQI-9. JUMO konnte bei der Entwicklung des Messsystems auf eine langjährige Erfahrung zurückgreifen. Seit fast 70 Jahren stellt das Unternehmen hochwertige Temperaturmesstechnik her. Bereits im Jahr 1992 wurde ein zertifiziertes DKD-Labor (Deutscher Kalibrierdienst) am Firmensitz in Fulda eröffnet. 2011 hat dieses dann die Zertifizierung der neuen Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH erhalten.

Im Rahmen einer DAkkS-Kalibrierung wird das Thermometer bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Aus den Messdaten werden Kennlinienparameter berechnet und ein Zertifikat über die durchgeführten Messungen ausgestellt. Bei JUMO können DAkkS-Kalibrierscheine für Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Messketten, Datenlogger und Temperatur-Blockkalibratoren im Messbereich zwischen -80 und +1.100 °C ausgestellt werden.

Vor-Ort-Kalibrierung

Doch die Kalibrierung des Temperaturfühlers alleine reicht in vielen Fällen nicht aus, da an der Temperaturerfassung und -anzeige noch weitere Komponenten beteiligt sind, die das Messergebnis beeinflussen. Zu diesen Komponenten zählen die Verbindungsleitungen des Temperaturfühlers, Messstellenumschalter und die Auswerteelektronik wie etwa Regler, Schreiber oder Anzeiger. Nur eine Vor-Ort-Kalibrierung kann alle Einflussfaktoren richtig bewerten und in das Kalibrierergebnis einbeziehen. JUMO verfügt deshalb ebenfalls über wichtige DAkkS-Akkreditierung für die Vor-Ort-Kalibrierung von Temperatursensoren.

Autoren



Christoph Bollgen

JUMO GmbH & Co. KG

Fulda

+49 (0)661 / 6003-9377

christoph.bollgen@jumo.net