

# Freigabe von Wärmebehandlungsprozessen

Dokumentsachnummer: 4 497 041 589  
 Fachliche Verantwortung: [dae3si](#) M/PQT1.3-EU (499), [she6fe](#) M/PQT1-EU (499),  
[sdc1sh](#) GS/PEQ2 (499)  
 Ersetzt Ausgabe: 2022-02-17

Änderungen: Kap. 1 „Anwendungsbereich“ aktualisiert (1. aufgelisteter Punkt aktualisiert, 6. Absatz erweitert); In Kap. 3.2.2 „Teilezeichnung“: 2. Absatz ergänzt; In Kap.5 „Normative Verweisungen“ ergänzt; Redaktionelle Änderungen  
 Änderungsinformation: [AEN 4497R32789](#) (Internes Dokument der Bosch-Gruppe)

DAE3SI 2024-01-22 NormMaster

Geltungsbereich, Verbindlichkeit, Weitergaberecht	
Gilt für	Bosch-Gruppe
Verbindlich für	Zentral nicht festgelegt
Verbindlich durch	Zentral nicht festgelegt
Empfohlen für	Bosch-Gruppe
Weitergabe	Uneingeschränkt möglich

Diese Bosch-Norm ist für Lieferanten verbindlich, wenn sie Bestandteil der Bestellung ist.

Allgemeine Information			
Normenreihe	N67W Wärmebehandlung von Metallen		
Normensachbearbeiter	<a href="#">snm1si</a> GS/TED (497)		
Dokumentsprache	de		
Originalsprache	de		
Übersetzung			
Freigabedatum	Ausgangssprache	Zielsprache	Bearbeiter

Im Zweifelsfall gilt diese Bosch-Norm in ihrer Originalsprache.  
 Das Komma dient als Dezimalzeichen.  
 Gültige Ausgabe nur in NormMaster. Kopien unterliegen nicht dem Änderungsdienst.

## Inhaltsverzeichnis

DAE3SI 2024-01-22 NormMaster

1	Anwendungsbereich .....	3
2	Freigabe und Einstufung von Wärmebehandlungs-Betrieben.....	3
3	Freigabe von Wärmebehandlungs-Prozessen .....	3
3.1	Auswahl von Wärmebehandlungs-Betrieben.....	4
3.2	WBH-Prozess-Entwicklungsphase .....	4
3.2.1	Spezifikationen für WBH-Prozesse.....	4
3.2.2	Teilezeichnung.....	4
3.2.3	Stoff-Bestellvorschrift (BV).....	4
3.2.4	Wärmebehandlungsanweisung (WBA) .....	4
3.2.5	Prüfvorschrift (PV).....	5
3.3	Freigabephase .....	5
3.3.1	Bemusterung.....	5
3.3.1.1	Erweiterte Prüfteilentnahme für Bemusterungscharge .....	5
3.3.1.2	Temperaturverteilungsmessung (TUS) mit Vollcharge.....	7
3.3.2	Bosch-WBH-Audit .....	8
3.3.2.1	Durchführung .....	8
3.3.2.2	WBH-Lieferanten-Audit.....	8
3.3.2.3	WBH-Prozess-Freigabe-Audit.....	8
3.3.2.4	Bewertung .....	8
3.4	Absicherung Serienhochlauf und Serienproduktion.....	9
3.4.1	Absicherung Serienhochlauf .....	9
3.4.2	Absicherung Serienproduktion.....	9
4	Anforderungen an Wärmebehandlungsprozesse bei WBH-Lieferanten.....	10
5	Normative Verweisungen.....	11
6	Literatur .....	11
A	Anhang Good-Practice-Beispiel für eine Prüfvorschrift .....	12
B	Anhang Chargenpositionen .....	17
C	Anhang Festlegung von Warngrenzen .....	19

# 1 Anwendungsbereich

Der technische Geltungsbereich dieser Bosch-Norm umfasst alle metallischen, eigen entwickelten Erzeugnisse und Rohstoffe (EZRS), die beim Lieferanten oder Unterlieferanten einen Wärmebehandlungsprozess (WBH-Prozess) durchlaufen. Hierzu zählen alle WBH-Prozesse, welche die endgültige von Bosch bezogene Materialeigenschaft beeinflussen. Folgende Sonderfälle sind beinhaltet:

- Anlassprozesse von Federn, welche einer hohen Dauer-Beanspruchung ausgesetzt sind und deren möglicher Bruch zu großen Folgeschäden führt
- Prozess des Sinterhärtens (Härten aus der Sinterhitze), bei dem die Bauteileigenschaft durch eine Schroff-Kühlung eingestellt wird
- Umformprozesse an Bauteilen, bei denen ein gesteuerter Abkühlprozess einen funktionsrelevanten Einfluss auf das metallurgische Gefüge hat (z.B. gezieltes Abkühlen nach der Warmumformung)
- Einstellen der Materialeigenschaften am Stabstahl (z.B. induktives Einzelstab-Vorvergüten, Glühprozesse, Temperprozesse zur Vermeidung von Wasserstoff-Versprödung,...).

Eine Einzelfall-Bewertung erfolgt bei Prozessen, die nur für lieferanteninterne Weiterbearbeitungsschritte erforderlich sind und deren Einfluss auf die zu liefernden Produkteigenschaften vernachlässigbar ist. Der Prozess des Sinterns (ohne Sinterhärten) ist nur in Einzelfällen (z.B. besondere Anforderungen an Dichte, C-Gehalt, Härte) als WBH-Prozess einzustufen. Die Einzelfallbewertung erfolgt durch den zuständigen Bosch-WBH-Experten. Eine Einzelfall-Bewertung durch den zuständigen Bosch-WBH-Experten erfolgt ebenfalls bei WBH-Prozessen an Katalogteilen und Komponenten von Baugruppen, bei welchen seitens Bosch lediglich funktionale Eigenschaften spezifiziert sind. Stahlherstellungsprozesse, bei denen das endgültige Materialgefüge im gleichen Prozess bereits hergestellt wird, zählen nicht zum Geltungsbereich dieser Bosch-Norm. Ebenfalls nicht in den Geltungsbereich fallen Norm-Bauteile, welche im Rahmen des Herstellungsprozesses beim Lieferanten funktional geprüft werden (z.B. Schrauben).

Bei einzelnen Geschäftsbereichen entscheidet eine Risikoklassifizierung über die Anwendung der in dieser Bosch-Norm beschriebenen Methoden.

Diese Bosch-Norm enthält:

- Vorgaben für die Auswahl, Einstufung und Freigabe von Wärmebehandlungs-Betrieben
- Vorgaben für die Freigabe von wärmebehandelten Teilen
- technische Anforderungen an Wärmebehandlungsprozesse bei Wärmebehandlungs-Betrieben.

## 2 Freigabe und Einstufung von Wärmebehandlungs-Betrieben

Die erstmalige Freigabe und fortlaufende Einstufung von WBH-Betrieben erfolgt im Rahmen von Wärmebehandlungs-Audits (WBH-Audits) und der daraus resultierenden Bewertung des WBH-Prozesses. Rahmenbedingungen, Inhalt und Umfang der WBH-Audits sind in Kapitel 3.3.2 beschrieben.

Abweichend von dieser Systematik kann auf Grundlage von Serienerfahrungen und Hinweisen der beschaffenden GBs und Bosch-WBH-Experten ein kurzfristiges und kurzzeitiges Herabstufen des WBH-Lieferanten-Freigabe-Status erfolgen (unabhängig von bereits bewerteten WBH-Prozessen).

## 3 Freigabe von Wärmebehandlungs-Prozessen

Der Freigabeprozess von Wärmebehandlungsprozessen ist gegliedert in die Auswahl des Wärmebehandlungs-Betriebes, die Prozess-Entwicklungsphase, die Freigabephase sowie der Absicherung des Serienhochlaufs.

## 3.1 Auswahl von Wärmebehandlungs-Betrieben

Innerhalb des Beschaffungsprozesses von wärmebehandelten Zeichnungsteilen nennt der Lieferant mögliche WBH-Lieferanten. Der Bosch-WBH-Experte stimmt auf Basis der vorliegenden Einstufungen des WBH-Prozesses zu bzw. schlägt Alternativen vor (siehe Kapitel 3.3.2). Schlägt der Lieferant einen bisher bei RB nicht geführten WBH-Betrieb vor, muss dieser bei gegebener Bedarfssituation durch Bosch-WBH-Experten auditiert und freigegeben werden. Der WBH-Betrieb und die dort verfügbaren WBH-Prozesse müssen für die Durchführung des bauteilspezifischen WBH-Prozesses geeignet sein.

## 3.2 WBH-Prozess-Entwicklungsphase

Während der WBH-Prozess-Entwicklungsphase wird in Zusammenarbeit mit dem WBH-Betrieb der WBH-Prozess ausgelegt und auf ein stabiles Niveau entwickelt. Zum Umsetzen der prozessspezifischen Bosch-Anforderungen sowie des Transfers von Lessons-Learned-Erfahrungen sollte ein Bosch-WBH-Experte in die Entwicklungsphase eingebunden sein.

### 3.2.1 Spezifikationen für WBH-Prozesse

Die für das Bauteil notwendigen Bauteileigenschaften und die dazu erforderlichen Wärmebehandlungsprozesse und -verfahren werden in Zeichnung, Wärmebehandlungsanweisung und Prüfvorschrift festgelegt.

Folgende Dokumente sind für die Beschreibung und Qualitätsabsicherung wärmebehandelter Bauteile erforderlich und sind in der Stückliste enthalten:

- Teilezeichnung
- Stoff-Bestellvorschrift (BV)
- Wärmebehandlungsanweisung (WBA)
- Prüfvorschrift (PV).

Sie werden dem Lieferanten durch den Bosch-Einkauf zur Verfügung gestellt.

Zur Prüfung der geforderten Spezifikationen, welche durch die Wärmebehandlung (WBH) eingestellt werden, muss der jeweilige Fertigungsstand der Bauteile im jeweiligen Dokument angegeben werden (z.B.: gemessen am Fertigteil, gemessen am Bauteil direkt nach der Wärmebehandlung).

### 3.2.2 Teilezeichnung

Die Zeichnung muss die Sollwerte für die physikalischen Bauteil-Eigenschaften inklusive Toleranzen enthalten sowie den Werkstoffzustand beschreiben. Je nach Sollwert ist auch die Angabe des Messverfahrens erforderlich (z.B. Oberflächenhärte (OFH):  $(740 \pm 50)$  HV10). Optional kann die Teilezeichnung auch die Lage der Messpunkte enthalten (alternativ in PV).

Die Angabe des WBH-Verfahrens sollte entsprechend den Terminologien der [DIN EN ISO 4885:2018-07](#) erfolgen. Handelsnamen sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

### 3.2.3 Stoff-Bestellvorschrift (BV)

Die Stoff-Bestellvorschrift definiert die für das Bauteil freigegebenen Werkstoffe.

### 3.2.4 Wärmebehandlungsanweisung (WBA)

Die Beschreibung und Festlegung des bemusterten WBH-Prozesses erfolgt in einer Wärmebehandlungsanweisung (WBA). In der WBA sollten mindestens der Bearbeitungs- und Gefügestand vor der WBH, der Chargenaufbau, die Prozesskette, die Prozessparameter und -medien sowie Nebenwirkungen auf die Randschicht und Anmerkungen zu Prüfungsvorgängen festgehalten sein. Die WBA wird im Anschluss an die WBH-Prozess-Entwicklungsphase erstellt.

**Anmerkung:** Für Prozesse, die auf Lieferanten-Know-How basieren und für die keine WBA seitens RB vorliegt, ist die entsprechende lieferanteninterne WBA („Rezeptur“, Prozessvorschrift, ...) festzuschreiben. Dies muss mindestens durch einen Verweis im Erstmusterprüfbericht auf ein gelenktes lieferanteninternes Dokument erfolgen.

### 3.2.5 Prüfvorschrift (PV)

In der bauteilspezifischen Prüfvorschrift (PV) werden die Arbeitsabläufe des Prüflabors festgelegt sowie Spezifikationen detailliert. Hierzu zählen:

- Messstellen für die Schicht-, Härte- und Gefüge-Prüfungen
- Vorgehen zur Härteprüfung (Anzahl an Eindrücken, Auswertung,...)
- Vorgehen zur Präparation für Metallographie (Trennen, Ätzen,...)
- Beschreibung der zu prüfenden Gefüge-Eigenschaften (Nadellänge, Nadelbreite, Karbidmorphologie, innere und äußere Randoxidation, unerwünschte Phasenanteile, Verbindungsschicht,...)
- Gefüge-Vergleichsbilder (ggf. Verweis auf Gefüge-Richtreihen)
- Art, Umfang und Vorgehen der Restaustenit-Prüfung.

Prüfhäufigkeiten und Entnahmestellen für Prüflinge sind in der Regel nicht Bestandteil der Prüfvorschrift (siehe Kap. 3.4).

Die PV wird im Anschluss an die WBH-Prozess-Entwicklungsphase erstellt. Ein Good-Practice-Beispiel für eine PV findet sich im Anhang A.

## 3.3 Freigabephase

Die Freigabephase lässt sich in zwei Themenbereiche gliedern: die Bemusterung der Bauteile und die Bewertung des Prozesses im Rahmen eines WBH-Audits. Die Freigabe eines WBH-Prozesses erfolgt in der Regel bauteilspezifisch und ofenspezifisch. Bauteile, welche in Geometrie ähnlich sowie in Werkstoff und Prozessparametern identisch sind, können zu Teilefamilien zusammengefasst werden.

### 3.3.1 Bemusterung

Die Bemusterung eines WBH-Prozesses für ein Bauteil bei WBH-Dienstleistern ist bei folgenden Szenarien durchzuführen:

- Neufreigaben für Bauteile
- Freigaben von zusätzlichen Anlagen zur WBH
- Umzug oder Modifikation von bereits freigegebenen Anlagen (betrifft auch periphere Anlagen (z.B. Prozessgas-Versorgung), sofern diese unmittelbare Auswirkungen auf den Prozess haben und das Prozessergebnis beeinflussen können
- Änderungen an bereits freigegebenen WBH-Prozessen (Zeit-Temperatur-Profil, Begasung, Chargengröße,...) abweichend von der WBA.

Der Bemusterungsumfang besteht aus den folgenden Absicherungsaspekten:

- erweiterte Prüfteilentnahme für Bemusterungscharge
- Temperaturverteilungsmessung (TUS) mit Vollcharge.

Durch die erweiterte Prüfteilentnahme und die TUS wird die Homogenität der WBH-Ergebnisse über die Charge überprüft, potentielle Schwachstellen identifiziert und auf deren Basis der Umfang der Serienprüfungen und Positionen definiert.

#### 3.3.1.1 Erweiterte Prüfteilentnahme für Bemusterungscharge

Der Nachweis der Einhaltung der Spezifikationen sowie der Homogenität innerhalb einer Charge erfolgt durch gezielte Stichprobenentnahme an Extremstellen bzw. prozesskritischen Positionen.

Für die Bemusterung muss eine WBH-Charge unter Serienbedingungen wärmebehandelt werden. Dabei müssen die gefahrenen Prozessparameter sowie der Chargenaufbau der geplanten Serie entsprechen. Somit kann die Mustercharge aus einer Vollcharge von Serienteilen bestehen oder alternativ aus Serienteilen an den Entnahmepositionen und Ballastteilen im Rest der Charge. Die Ballastteile müssen derart beschaffen sein, dass Bauteilgeometrie, -masse und -

oberfläche sowie bei thermochemischen Prozessen die chemische Zusammensetzung ähnlich dem Serienteil sind, so dass die Chargenmasse und Bauteiloberfläche vergleichbar mit der Seriencharge ist. Hierbei gilt zu beachten, dass mehrfach wärmebehandelte Ballastteile die Ofenatmosphäre beeinflussen können.

Der Umfang der Stichproben (erweiterte Prüfteilentnahme) richtet sich nach der Chargengeometrie sowie der verwendeten Anlagentechnik:

- Bei einer rechteckigen Chargengeometrie erfolgt die Prüfteilentnahme entsprechend Anhang C. Der Standard-Umfang entspricht Bk 15 (Prüfteilsatz mit 15 Teilen). Reduzierte Umfänge sind nur nach Rücksprache mit einem Bosch-WBH-Experten zulässig.
- Bei einer zylindrischen Chargengeometrie erfolgt die Prüfteilentnahme entsprechend Anhang C. Der Standard-Umfang entspricht Br 12 (Prüfteilsatz mit 12 Teilen). Abweichende Umfänge sind nur nach Rücksprache mit einem Bosch-WBH-Experten zulässig.
- Bei Bandofenprozessen besteht der Prüfumfang aus den 3 Erstteilen, den 3 Letztteilen sowie 3 Teilen, welche zur Halbzeit ausgebracht wurden (Prüfteilsatz: 9 Teile). Nach Möglichkeit sind die 3 Teile pro Sequenz jeweils aus 3 unterschiedlichen Bandpositionen zu entnehmen (Links, Mitte, Rechts).
- Bei einer Einzelteil-WBH (z.B. induktives Härten) besteht der Prüfumfang aus den 3 Erstteilen, den 3 Letztteilen sowie 2 Teilen, welche zur Halbzeit ausgebracht wurden (Prüfteilsatz: 8 Teile).

Weitere Entnahmeverfahren und deren Bezeichnung sind in Anhang C aufgelistet und beschrieben.

Existieren, abweichend von Skizze 1 und 2 bzw. den empfohlenen Bandpositionen, weitere, dem Lieferanten bekannte, anlagenspezifisch kritische Bereiche der festgelegten Beschickung, so sind diese entsprechend zu berücksichtigen.

Von der Mustercharge sind jeweils 3 Prüfteilsätze zu entnehmen (von jeder Entnahmeposition jeweils 3 Prüfteile). Ein Prüfteil-Satz verbleibt zur Prüfung beim WBH-Betrieb, von den restlichen beiden Prüfteil-Sätzen geht jeweils ein Prüfteilsatz an den Direktlieferanten sowie an Bosch zwecks optionaler Gegenprüfung. Eine Reduzierung des Prüfumfanges ist nur nach Rücksprache mit einem Bosch-WBH-Experten zulässig.

Die Prüfteile sind entsprechend den Ofenpositionen bzw. Entnahmezeitpunkten zu kennzeichnen und die Prüfergebnisse darauf zu referenzieren.

## 1. Prüfung durch den WBH-Betrieb

Ein vollständiger Prüfteilsatz ist durch den WBH-Betrieb entsprechend der Bauteil-Spezifikationen und Prüfvorschriften zu prüfen. Dazu gehören, sofern spezifiziert:

- Härte (Oberflächenhärte, Kernhärte, Einsatzhärte (CHD), Härtetiefenverlauf, ...)
- Gefüge:
  - Oberflächen- und randnahe Effekte (Auf-/Abkühlung, Randoxidation, ...)
  - Grundgefüge (Nadellänge und -breite, Phasenanteile, Restaustenit, ...)
- Nitrierhärte (NHD)
- Koerzitivfeldstärke
- Eigenspannungen
- chemische Zusammensetzung (z.B. Kohlenstofftiefenprofil)
- röntgenographische Restaustenit-Untersuchung.

Der Prüfumfang bei aufwendigen Messverfahren (z.B. röntgenographische Restaustenit-Untersuchung) ist individuell mit dem Bosch-WBH-Experten abzustimmen.

Die Ergebnisse sind tabellarisch bzw. auswertbar aufzubereiten. Die Ergebnisse werden über den Direktlieferanten an Bosch übermittelt und durch einen Bosch-WBH-Experten beurteilt.

## 2. Prüfung durch den Direktlieferanten

Die Gegenprüfung eines Prüfteilsatzes durch den Direktlieferanten liegt in dessen Ermessen.

### 3. Prüfung durch Bosch

Die Notwendigkeit einer Gegenprüfung bei Bosch sowie deren Umfang sind mit dem Bosch-WBH-Experten abzustimmen.

Bei Prozessänderungen an bereits freigegebenen WBH-Prozessen ist stets eine Gegenüberstellung zwischen Serienprozess und freizugebendem Prozess durchzuführen.

Bei mehrstufigen WBH-Prozessen ist ggf. eine zusätzliche Stichprobenentnahme nach WBH-Teilschritten notwendig.

Anzumerken ist, dass für Wärmebehandlungsprozesse ein statistisch basierter Prozessfähigkeitsnachweis nicht branchenüblich und nicht praktikabel ist.

Im Anschluss an die Mustercharge erfolgt in Abhängigkeit der Prüfergebnisse die Festlegung des Serienprüfplans in Abstimmung zwischen Bosch-WBH-Experte, dem Direktlieferanten sowie dem WBH-Betrieb.

Anzumerken ist, dass die funktionale Untersuchung an grenzlagigen Bauteilen nicht Bestandteil dieser Bosch-Norm ist und im Rahmen des allgemeinen Bemusterungsumfangs (PPAP) berücksichtigt werden muss.

#### 3.3.1.2 Temperaturverteilungsmessung (TUS) mit Vollcharge

Im Rahmen der Prozessfreigabe ist eine Temperaturverteilungsmessung (TUS) unter Serienbeladungsbedingungen durchzuführen, um die Einhaltung der in der WBA geforderten Zeit- und Temperaturvorgaben über die ganze Charge nachzuweisen. Wenn eine TUS technisch nicht durchführbar ist, muss die Homogenität über einen erhöhten Prüfaufwand ermittelt werden (Entnahme an kritischen Positionen).

Sofern technisch möglich kann die TUS an der Mustercharge erfolgen. Alternativ muss die TUS an einer separaten Charge mit Serienbeladung (Gesamtmasse und Gewichtsverteilung) erfolgen. Als Messteile sind Serienbauteile zu verwenden, die Restmenge kann mit Ballasteilen aufgefüllt werden.

Für Bauteilfamilien und ähnliche Geometrien (Größe, Gewicht) können, bei der Verwendung der gleichen WBH-Programme und WBH-Anlagen, vorhandene Messungen mehrfach zur Dokumentation herangezogen werden. Eine Beurteilung der Eignung erfolgt durch den Bosch-WBH-Experten.

Die Applizierung des Thermoelements soll nach Möglichkeit an der bzgl. der Funktionsrelevanz kritischsten Stelle des Bauteils erfolgen. Die mit Thermoelementen applizierten Bauteile sind über die Charge verteilt wie folgt zu platzieren:

- bei einer rechteckigen Chargengeometrie entsprechend Anhang C, Bk 15
- bei einer zylindrischen Chargengeometrie entsprechend Anhang C, Br 12
- bei Bandofenprozessen über die Ofenbandbreite verteilt (Links, Mitte, Rechts). Bei geringen Schütthöhen (max. zweilagig) ist die Messung in einer Ebene (3 Messstellen) ausreichend. Bei mehrlagiger Chargierung sind 6 Messstellen zu verwenden, wobei 1 bis 3 in der unteren und 4 bis 6 in der oberen Lage zu positionieren sind.
- Bei einer Einzelteil-WBH (z.B. induktives Härten) muss die Wiederholbarkeit der Temperaturverläufe von Bauteil zu Bauteil nachgewiesen werden.

Nach Rücksprache mit einem Bosch-WBH-Experten können gegebenenfalls einzelne Messstellen reduziert werden.

Als Messhilfsmittel sind kalibrierte Mantelthermoelemente (Typ K, N, S, Klasse 1) und Messgeräte (vorzugsweise digitale Messtechnik) zu verwenden. Im Temperaturprofil ist der freizugebende WBH-Prozess entsprechend WBA abzubilden, soweit technisch realisierbar.

Die Dokumentation der TUS muss nach den Vorgaben der CQI9 erfolgen. Anhand des gemessenen Zeit-Temperatur-Profils ist die Einhaltung folgender Parameter zu bewerten:

- Haltedauern am Bauteil entsprechend WBA
- zulässige Temperaturtoleranz entsprechend WBA
- falls gefordert: Aufheiz- bzw. Abkühlgradienten.

## 3.3.2 Bosch-WBH-Audit

### 3.3.2.1 Durchführung

Die Durchführung der WBH-Audits obliegt dem jeweiligen zuständigen Einkaufsqualitäts-Bereich und muss durch einen Bosch-WBH-Experten durchgeführt werden. Sofern möglich wird die Durchführung nach dem Vier-Augen-Prinzip empfohlen.

Ein Bosch-WBH-Audit wird am Beispiel eines freizugebenden oder bereits laufenden Bauteils und WBH-Prozesses durchgeführt. Die Fragebögen der Audits werden durch den zuständigen Einkaufs-Qualitäts-Bereich erstellt. Die Fragebögen enthalten einen Erwartungshorizont für die einzelnen Bewertungskriterien, welcher an die Anforderungen des Automobilbereichs (VDA6.3, AIAG CQI9,...) angelehnt ist. Thematisch wird die komplette WBH-Fertigungskette inkl. Prüfprozesse und Logistik abgedeckt. Das WBH-Lieferanten-Audit umfasst zudem noch die Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems.

Bosch-WBH-Audits sind in zwei Kategorien gegliedert, welche sich hinsichtlich Umfang und Inhalt entsprechend dem Anwendungsfall unterscheiden. Entsprechend existieren ein WBH-Lieferanten-Audit und ein WBH-Prozess-Freigabe-Audit.

### 3.3.2.2 WBH-Lieferanten-Audit

Ein WBH-Lieferanten-Audit ist durchzuführen, wenn:

- der WBH-Betrieb in der Vergangenheit noch nicht auditiert wurde (d.h. keine Bosch-Bauteile zur Wärmebehandlung freigegeben sind) oder
- wenn der WBH-Betrieb zwar bereits auditiert wurde, der WBH-Prozess für das freizugebende Bauteil allerdings noch nicht im Einsatz für Bosch-Bauteile ist.

Basierend auf dem „Erstaudit“ erfolgt in regelmäßigen Abständen eine Neubewertung des WBH-Prozesses im Rahmen eines Wiederholaudits, mit dem Ziel der Sicherstellung des „Standes der Technik“. Weiterhin kann auf Grundlage von Serienerfahrungen und Hinweisen der beschaffenden GBs und Bosch-WBH-Experten ein WBH-Lieferanten-Audit wiederholt werden.

Alternativ kann auch ein VDA6.3-Audit mit Schwerpunkt Wärmebehandlung durch einen allgemeinen Prozessauditor durchgeführt werden, jedoch ist hierbei zwingend die Begleitung durch einen Bosch-WBH-Experten erforderlich.

### 3.3.2.3 WBH-Prozess-Freigabe-Audit

Ist der betreffende WBH-Prozess bereits im Rahmen eines WBH-Lieferanten-Audits freigegeben, erfolgt die Neufreigabe von Bauteilen im Rahmen eines WBH-Prozess-Freigabe-Audits (Prozessabnahme). Ebenfalls erfolgt zwingend ein WBH-Prozess-Freigabe-Audit im Rahmen der Freigabe einer neuen Anlage.

Ist bereits ein Bauteil der gleichen Teilefamilie freigegeben, so erfolgt eine Einzelfallentscheidung über die Notwendigkeit eines WBH-Prozess-Freigabe-Audits durch den Bosch-WBH-Experten.

Bei Umzug oder Modifikation von bereits freigegebenen Anlagen bzw. Änderungen am bereits freigegebenen WBH-Prozess wird die Notwendigkeit eines WBH-Prozess-Freigabe-Audits durch den Bosch-WBH-Experten (Einzelfallentscheidung) getroffen.

Für den Fall, dass der Einsatz von kundenspezifischen Fragebögen gefordert wird, müssen diese zusätzlich abgearbeitet werden und ersetzen nicht die Bosch-WBH-Audits. Die Durchführung ist nicht Gegenstand dieser Bosch-Norm und muss im GB gesondert entschieden werden.

### 3.3.2.4 Bewertung

Die Audits resultieren in einer Einstufung des auditierten WBH-Prozesses für das Bauteil, welche mittels Ampelfarben wie folgt dargestellt wird:

Tabelle 1 Kennzeichnung im Auditbericht und Prozess-Freigabebereich-Status

Kennzeichnung im Auditbericht	Prozess-Freigabe-Status
grün	WBH-Prozess für das Bauteil ohne Einschränkung freigegeben.
gelb	WBH-Prozess für das Bauteil mit Einschränkung freigegeben. Es wurden Mängel in den Prozessen festgestellt, welche aber prinzipiell durch geeignete Maßnahmen "kurzfristig" behebbar sind. Für festgestellte Abweichungen muss der WBH-Betrieb geeignete Maßnahmen definieren, welche durch den Bosch-WBH-Experten bewertet werden und im Anschluss an die Umsetzung auf Wirksamkeit überprüft werden. Freigabe durch das zuständige Einkaufsqualitätsmanagement (Bosch-WBH-Experte) und mögliche Auftragsvergabe bzw. Prozessfreigabe erfolgt erst nach Umsetzung der Maßnahmen.
rot	Erhebliche Mängel in den Prozessen, die nicht durch "kurzfristige" Maßnahmen behebbar sind. Es wird keine Lieferfreigabe erteilt. WBH-Prozess ist für neue Auftragsvergaben gesperrt; über bestehende Aufträge (z.B. wenn Audit im Rahmen einer Neubewertung erfolgt) ist im Einzelfall zu entscheiden. Nach Behebung der Mängel muss eine Neubewertung erfolgen.

Wird das wärmebehandelte Bauteil über einen Direktlieferanten an Bosch geliefert, wird ein zusätzliches Teilefluss-Audit beim Direktlieferanten (Tier 2) empfohlen. Dies ist noch wichtiger, wenn der Direktlieferant auch vor der Wärmebehandlung in den Wertstrom integriert ist und Bearbeitungs-Vorstufen mit wärmebehandelten Bauteilen vermischt werden könnten.

## 3.4 Absicherung Serienhochlauf und Serienproduktion

### 3.4.1 Absicherung Serienhochlauf

Im Anschluss an die Prozessfreigabe sind mindestens drei Folgechargen (Stabilisierungschargen) ebenfalls mit einer erweiterten Prüfteilnahme entsprechend Kap. 3.3.1.1 zu prüfen. Abweichungen von dem Prüfumfang sind nur nach Abstimmung mit dem zuständigen Bosch-WBH-Experten zulässig. Best-Practice ist hierbei die offizielle Festlegung und Verfolgung dieser Absicherung im Rahmen eines EPC (Early Production Containment) mit dem Direktlieferanten.

Im Anschluss an die Stabilisierungschargen sollte eine Festlegung von Warngrenzen erfolgen. Diese sollen eine Lieferanten-interne Einschränkung der Toleranzbreite der Spezifikation zwecks frühzeitiger Entdeckung von Prozessanomalien darstellen und eine rechtzeitige Reaktion ermöglichen. Das Vorgehen zum Festlegen der Warngrenzen ist in Anhang D beschrieben.

### 3.4.2 Absicherung Serienproduktion

Der Wärmebehandlungsbetrieb muss in der Serienproduktion mit der gewählten Stichprobe sicherstellen, dass die komplette Charge den Zeichnungs- und Spezifikationsvorgaben entspricht. Dazu muss in der Serienproduktion, falls nichts Anderes vereinbart, an mindestens einem Bauteil pro Fertigungslos und WBH-Charge eine Prüfung nach Prüfvorschrift (PV) durchgeführt werden. Die Prüfung muss an den im Rahmen der Bemusterung identifizierten kritischen Positionen der Charge erfolgen. Branchenübliche Regularien sind bei der Festlegung des Prüfaufwandes zu berücksichtigen (z.B. AIAG CQI9).

**Anmerkung:** Bei WBH-Prozessen mit potentiell kritischen mikrostrukturellen Auswirkungen muss an mindestens einem Bauteil pro WBH-Charge eine Gefüge-Prüfung erfolgen.

Der WBH-Betrieb hat die Prozessstabilität nach „Start of Production“ (SOP) sicherzustellen und durch geeignete Nachweise zu belegen. Nachweise können sein:

- Prozessdokumentation qualitätsrelevanter Parameter
- technische Funktionsüberwachung und Dokumentation der Anlage und Abläufe
- Protokoll einer repräsentativen Temperaturverteilungsmessung (mindestens jährlich wiederholt)
- gezielte Stichprobenentnahme zur Überprüfung der Homogenität und Toleranzeinhaltung innerhalb der Charge
- Requalifikation der Serie basierend auf dem Bemusterungsumfang (WBH-basierend)
- 100 % Prüfung aller Teile (z.B. mittels Wirbelstromverfahren).

## 4 Anforderungen an Wärmebehandlungsprozesse bei WBH-Lieferanten

Zur Sicherstellung von bauteil-, kunden- und branchenspezifischen Standards gibt es für WBH-Prozesse von Bauteilen im Fremdbezug für den Automobilbereich bestimmte Anforderungen und Rahmenbedingungen:

### 1. AIAG CQI9 und andere OEM-Forderungen zur WBH

Diese definieren Anforderungen an die WBH-Prozesse von Bauteilen für den Automobilbereich. Diese Standards müssen von den WBH-Betrieben bei den betroffenen Prozessen eingehalten werden.

Der Einkauf fordert ggf. über den Direktlieferanten eines wärmebehandelten Bauteils die Einholung eines CQI9-System-Assessments (HTSA) nach AIAG bei deren jeweiligen WBH-Betrieben ein. Der Lieferant leitet das Deckblatt an Bosch weiter. Für Abweichungen von den Anforderungen sind durch den WBH-Betrieb Maßnahmen zu definieren.

### 2. Rückverfolgbarkeit

Um eine ggf. geforderte chargenbezogene Rückverfolgbarkeit im gesamten Wertstrom zu garantieren, ist es für die Freigabe eines WBH-Prozesses erforderlich, dass Teile mit einer eindeutigen Chargen-Kennzeichnung an den Folgeprozess der Wertschöpfungskette übergeben werden. In der nachfolgenden Wertschöpfungskette soll eine Vermischung von WBH-Chargen vermieden werden. Kommt es im weiteren Fertigungsverlauf zur Vermischung von WBH-Chargen, dann müssen diese weiterhin rückverfolgbar und einzugrenzen sein.

### 3. Wirbelstromprüfung

Ist der Direktlieferant bereits vor der WBH in den Wertstrom integriert, so steigt das Risiko der Vermischung von Bauteilen unterschiedlicher Bearbeitungsstufen. Ist eine Vermischung nicht auszuschließen, ermöglicht eine 100 %-Wirbelstromprüfung die Absicherung der Lieferungen an Bosch gegen Vermischung (hart-weich). Die Prüfung ist durch den Direktlieferanten sicherzustellen. Über die Notwendigkeit einer Wirbelstromprüfung entscheidet der Bosch-Einkauf unter Einbindung der Erzeugnis-Entwicklung.

### 4. Vermeidung bzw. Einschränkung von Rückständen aus Vorprozessen (z.B. Phosphor)

Der WBH-Betrieb und der Direktlieferant haben geeignete Methoden und Maßnahmen zu definieren, um eine möglichst umfassende Rückstandsfreiheit der Bauteile vor der Wärmebehandlung sicherzustellen, da Rückstände (z.B. Phosphor) bei hochfesten Bauteilen ein Fertigungsrisiko für die Bauteile bzw. für die Produkte, in die die Bauteile verbaut werden, darstellt (z.B. durch Phosphorversprödung). Eine Einbringung von Rückständen (z.B. durch Reinigungsmedien) oder deren Verschleppung (z.B. in Reinigungsmaschinen) sind zu vermeiden. Die Notwendigkeit der Oberflächenreinheit ist bauteilspezifisch und prozessspezifisch durch den Bosch-WBH-Experten zu beurteilen.

### 5. Nacharbeit

Nacharbeit in Form nochmaliger WBH ist unzulässig oder bedarf einer Sonderfreigabe durch Bosch. Dies gilt für jeden einzelnen Prozessschritt. Sofern in der WBA nicht anders vorgegeben, wird mehrfaches Anlassen als Nacharbeit definiert. Eine Ausnahme stellt mehrfaches Anlassen beim Härten und/oder Vergüten dar, welches generell zulässig ist.

### 6. Richten

Richten der Bauteile ist nur nach vorheriger Einbindung und Genehmigung eines Bosch-WBH-Experten zulässig.

## 5 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente sind für die Anwendung dieser Bosch-Norm erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die angegebene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des angegebenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Bewusst zitierte historische Dokumente erhalten zusätzlich die Kennzeichnung „H“ in der Spalte „Art“.

Nr.	Dokumentnummer (Ausgabedatum)	Titel	Art
1	<a href="#">DIN EN ISO 4885:2018-07</a>	Eisenwerkstoffe –Wärmebehandlung – Begriffe (ISO 4885:2018); Deutsche Fassung EN ISO 4885:2018	Z

Art M = Mitzulieferndes Dokument; Z = Zitiertes Dokument; H = Historisches Dokument

## 6 Literatur

Nr.	ISBN-Nummer (Ausgabedatum)	Titel
1	ISBN 9781605344492 (2020-06) bzw. aktuelle Folge-Versionen	CQI-9 Special Process: Bewertung von Wärmebehandlungssystemen, 4. Edition

# A Anhang Good-Practice-Beispiel für eine Prüfvorschrift

 <b>BOSCH</b> Prüfvorschrift Test specification	Common Rail Injektor CRI/CRIN Härte- und Gefügeprüfung nach Wärmebehandlung / hardness- and microstructure check after heat treatment of	Blatt / page 1 von / of 5
	Bauteil / Produkt	

<p><b>1. Grundsätzlich muss jede WBH-Charge nach folgender Prüfvorschrift (PV) geprüft werden.</b></p> <p>1.1 Prüfteilentnahme WBH Betrieb                  Prüfteil-Entnahmepositionen und Prüfhäufigkeiten werden nach Absprache mit RB in einem Prüfteil-Entnahmeplan festgelegt. Alle Prüfteile müssen eindeutig beim Dechargieren gekennzeichnet, getrennt und als Rückstellmuster archiviert werden. Dauer nach Absprache mit RB.</p> <p>1.2 Verwerfen von Prüfteilen                  Alle Prüfteile der Härteprüfung sind als Ausschuss zu entsorgen bzw. als Rückstellmuster aufzubewahren.</p> <p><b>2. Überprüfung von Härteprüfgeräten</b>                  Die Härteprüfung ist nach DIN EN ISO 6507 durchzuführen.                  Das Prüfgerät ist täglich bei Gebrauch mittels zertifizierter Prüfplatte zu überprüfen. Die Überprüfung muss mit dem gleichen Verfahren und entsprechender Prüflast durchgeführt werden.                  Die Messwerte sind zu dokumentieren.</p> <p><b>3. Oberflächenhärte</b>                  Sollwertangabe siehe Zeichnung.                  Die Härtevorgaben gelten für das gesamte Bauteil.</p> <p>3.1 Die Prüfung der Oberflächenhärte erfolgt nach der WBH an der Messstelle (siehe Bild 2)                  (Die Prüfung erfolgt mittels dreier Einzelmessungen auf der Planseite injektorseitig, Werte siehe Zeichnung).</p>	<p><b>1. In principle every HT-batch has to be checked according to the following test specification</b></p> <p>1.1 Sampling at HT facility                  Test specimen position and test intervals have to be laid down in an inspection plan as per details agreed upon with RB. All test specimens have to be clearly marked, separated and archived as “retained samples” during the sampling operation. The archiving duration is subject to agreement with RB.</p> <p>1.2 Discarding of test specimens                  All test specimens used for hardness check have to be disposed as scrap or stored as samples to be retained.</p> <p><b>2. Inspection of hardness testing devices</b>                  The hardness check has to be carried out according to DIN EN ISO 6507.                  Each day the testing equipment is used it has to be checked using a certified master specimen. The hardness check has to be performed using the same procedure and test load each time.                  All measured values have to be documented.</p> <p><b>3. Surface hardness</b>                  Required values see drawing.                  The hardness requirements are valid for the complete part.</p> <p>3.1 The surface hardness has to be checked after the heat treatment at the hardness testing position (see pict. 2).                  (The hardness test is carried out with three separate impacts at the plane surface injector side, values see drawing).</p>
---	---

	Datum	Name			
gez.					
gepr.					
ges.					
Original:		Entw.:	Änderungs-Nr.	Datum	Abt./Name

Alle Rechte bei ROBERT BOSCH GMBH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
 Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

 <b>BOSCH</b> Prüfvorschrift Test specification	<b>Common Rail Injektor CRI/CRIN</b> Härte- und Gefügeprüfung nach Wärmebehandlung / hardness- and microstructure check after heat treatment of Bauteil / Produkt	Blatt / page 2 von / of 5

<p>3.2 Das Ergebnis für die Oberflächenhärte ist der rechnerische Mittelwert der drei einzelnen Messwerte. Alle drei Einzelwerte müssen innerhalb der Toleranz liegen.</p> <p><b>4. Lichtmikroskopische Untersuchung des Gefüges</b></p> <p>4.1 Die Prüfung der Mikrostruktur erfolgt für jede WBH-Charge. Zu diesem Zweck, werden die Prüfteile längs getrennt und eingebettet, geschliffen, poliert und angeätzt.</p> <p>4.2 Vergütungsgefüge (Bild 3); Nadellänge max. 25µm (vereinzelt bis 50µm zulässig). lamellarer Perlit und freier Ferrit nicht zulässig; Korngrenzenferrit im Bereich bis 20µm zulässig.</p> <p>4.3 Metallographisch sichtbarer Restaustenit ist nicht zulässig.</p> <p>4.4 Randoxidation: max. 10µm An nach der WBH bearbeiteten Flächen ist eine Randoxidation nicht zulässig.</p> <p>4.5 Aufkohlung bis 200µm zulässig, lichtmikroskopisch sichtbare Karbide sind nicht zulässig.</p>	<p>3.2 The result of the surface hardness measurement is the arithmetic mean of the three separate values. All three single values must be within the tolerance.</p> <p><b>4. Light microscope check of the microstructure</b></p> <p>4.1 The check of the microstructure has to be executed for each HT batch. For this check, the specimens will be longitudinal cut and embedded, polished and etched.</p> <p>4.2 Quenched and tempered microstructure (Pict. 3); martensite needle length max. 25µm (isolated needles up to 50µm acceptable). Lamellar Perlite and free Ferrite is not acceptable. Grain boundary Ferrite is acceptable up to 20µm from surface.</p> <p>4.3 Metallographical visible retained austenite is not permissible.</p> <p>4.4 Internal Oxidation: max. 10µm At after HT machined surfaces no internal oxidation allowed.</p> <p>4.5 Carburization allowed up to 200µm, lightmicroscopical visible solid carbides are not allowed.</p>
--	--

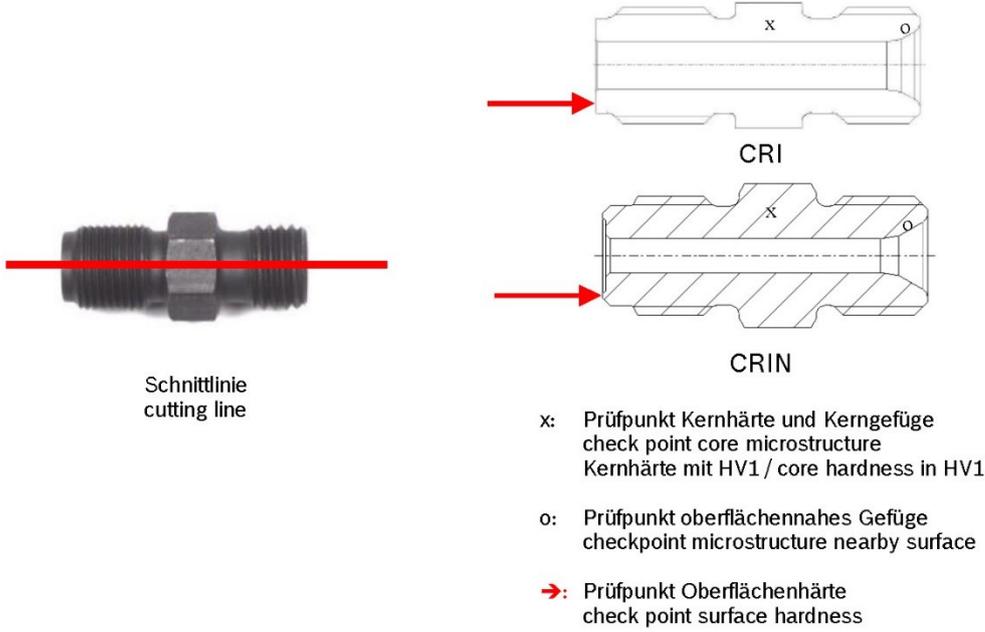
	Datum	Name			
gez.					
gepr.					
ges.					
Original:		Entw.:	Änderungs-Nr.	Datum	Abt./Name

Alle Rechte bei ROBERT BOSCH GMBH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
 Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

 <b>BOSCH</b> Prüfvorschrift Test specification	Common Rail Injektor CRI/CRIN Härte- und Gefügeprüfung nach Wärmebehandlung / hardness- and microstructure check after heat treatment of Bauteil / Produkt	Blatt / page
		3 von / of 5

**5. Prüfstellen / Schnittlinien**  
**Check points / cutting lines**



**Bild 1 / Pict. 1**

**Bild 2 / Pict. 2**

**6. Gefügebilder / Microstructure pictures**



Gefüge i.O.  
 Homogenes Vergütungsgefüge  
 Angeätzt mit alkoholischer Salpetersäure  
 (Nital).  
 Microstructure ok  
 Homogenous quenched and tempered  
 microstructure.  
 Etched with alcoholic nitric acid (Nital).

**Bild 3: Vergütungsgefüge im Kern**  
**Pict. 3: QT microstructure in the core**

	Datum	Name			
gez.					
gepr.					
ges.					
Original:		Entw.:	Änderungs-Nr.	Datum	Abt./Name

Alle Rechte bei ROBERT BOSCH GMBH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
 Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

 <b>BOSCH</b> Prüfvorschrift Test specification	Common Rail Injektor CRI/CRIN Härte- und Gefügeprüfung nach Wärmebehandlung / hardness- and microstructure check after heat treatment of Bauteil / Produkt	Blatt / page
		4 von / of 5



Bild 4: Vergütungsgefüge Rand  
 Pict. 4: QT microstructure surface

Gefüge i.O.  
 Abkohlung / Weichhaut im Bereich < 20µm.  
 Angeätzt mit alkoholischer Salpetersäure (Nital).  
 Microstructure ok.  
 Decarburization / soft skin at area < 20µm from surface.  
 Etched by alcoholic nitric acid (Nital).

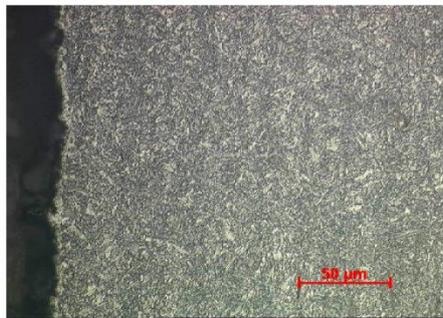


Bild 5: Abkohlung / Weichhaut  
 Pict. 5: Decarburization / soft skin

Gefüge i.O.  
 Abkohlung / Weichhaut im Bereich < 20µm.  
 Angeätzt mit alkoholischer Salpetersäure (Nital).  
 Microstructure ok.  
 Decarburization / soft skin at area < 20µm from surface.  
 Etched by alcoholic nitric acid (Nital).

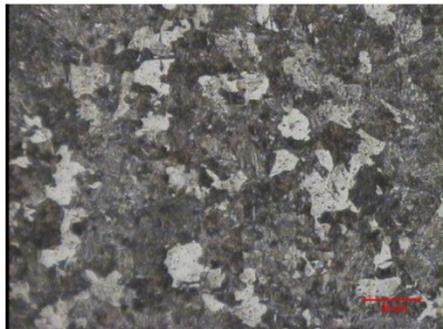


Bild 6: Gefüge n.i.O.  
 Pict. 6: microstructure not ok

Mikrostruktur im Bereich Kern n.i.O.  
 Mischgefüge aus Ferrit, Perlit und Zwischenstufe.  
 Angeätzt mit alkoholischer Salpetersäure (Nital).  
 Microstructure at core area not ok.  
 Inhomogeneous microstructure with Ferrite, Perlite and Bainite.  
 Etched with alcoholic nitric acid (Nital).

	Datum	Name			
gez.					
gepr.					
ges.					
Original:		Entw.:	Änderungs-Nr.	Datum	Abt./Name

Alle Rechte bei ROBERT BOSCH GMBH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
 Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

 <b>BOSCH</b> Prüfvorschrift Test specification	Common Rail Injektor CRI/CRIN Härte- und Gefügeprüfung nach Wärmebehandlung / hardness- and microstructure check after heat treatment of Bauteil / Produkt	
		Blatt / page 5 von / of 5

<p><b>7. Dokumentation</b></p> <p>Alle Messwerte sind zu dokumentieren und müssen zusammen mit den Chargendokumenten aufbewahrt werden. Die Schliffe der Prüfteile müssen ebenfalls auf die WBH-Chargen bezogen gekennzeichnet und aufbewahrt werden.</p>	<p><b>7. Documentation</b></p> <p>All measured values have to be documented and archived along with the HT-batch documents. The microsections of the test specimens have to be labeled and archived related to the HT-batch reference.</p>
---	--

	Datum	Name			
gez.					
gepr.					
ges.					
Original:		Entw.:	Änderungs-Nr.	Datum	Abt./Name

Alle Rechte bei ROBERT BOSCH GMBH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
 Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

## B Anhang Chargenpositionen

Für die Entnahme von Proben gibt es verschiedene Ansätze und Notwendigkeiten. Folgende Tabelle erläutert die unterschiedlichen Entnahmeverfahren, deren Abkürzung und ggf. zugeordnete Abbildungen.

Tabelle 2 Erläuterung von Entnahmeverfahren, deren Abkürzung und Abbildung

Abkürzung <sup>a)</sup>	Erläuterung	Abbildung
Bk 9 (P1, P2, ... Pn) -X	Batch-Behandlung bei kubischer Form des Behandlungsraumes mit 9 Entnahmestellen; wahlweise Angabe von Positionen in Klammern, wenn die Prüfung nur an diesen Positionen erfolgen soll; Pfeil kennzeichnet Einfahrriichtung.	Abbildung Bk9
Bk 11 (P1, P2, ... Pn) -X	Batch-Behandlung bei kubischer Form des Behandlungsraumes mit 11 Entnahmestellen; wahlweise Angabe von Positionen in Klammern, wenn die Prüfung nur an diesen Positionen erfolgen soll; Pfeil kennzeichnet Einfahrriichtung.	Abbildung Bk11
Bk 15 (P1, P2, ... Pn) -X	Batch-Behandlung bei kubischer Form des Behandlungsraumes mit 15 Entnahmestellen; wahlweise Angabe von Positionen in Klammern, wenn die Prüfung nur an diesen Positionen erfolgen soll; Pfeil kennzeichnet Einfahrriichtung.	Abbildung Bk15
Br 12 (P1, P2, ... Pn) -X	Batch-Behandlung bei zylindrischer Form des Behandlungsraumes mit 12 Entnahmestellen; wahlweise Angabe von Positionen in Klammern, wenn die Prüfung nur an diesen Positionen erfolgen soll.	Abbildung Br12 (Pos. 1-12)
Br 20 (P1, P2, ... Pn) -X	Batch-Behandlung bei zylindrischer Form des Behandlungsraumes mit 20 Entnahmestellen; wahlweise Angabe von Positionen in Klammern, wenn die Prüfung nur an diesen Positionen erfolgen soll.	Abbildung Br20 (Pos. 1-12 und Pos. A-H)
Cb-X, Cm-X, Ce-X, CtY-X	Kontinuierliche Behandlung "C", z. B. Durchlaufofen "b" = Beginn, „m“ = Mitte, „e“ = Ende des Prozesses „t“ = Entnahme nach einer bestimmten Prozesszeit „Y“	
Eb-X, Em-X, Ee-X, EnY-X	Einzelne Behandlung "E", z. B. Induktivhärten "b" = Beginn, „m“ = Mitte, „e“ = Ende des Prozesses „n“ = Entnahme nach einer bestimmten Anzahl „Y“	
100 %	Die Prüfung ist an jedem Teil durchzuführen.	
Min(Z), Max(Z)	Die Prüfung ist an den Grenzlagen der Prüfergebnisse einer vorangegangenen Prüfung „Z“ durchzuführen.	
RefP	Die Prüfung ist an einer Referenzprobe durchzuführen. Art, Werkstoff, Wärmebehandlungszustand, Geometrie und Position der Referenzprobe sind in der PV zu definieren.	

DAE3SI | 2024-01-22 NormMaster

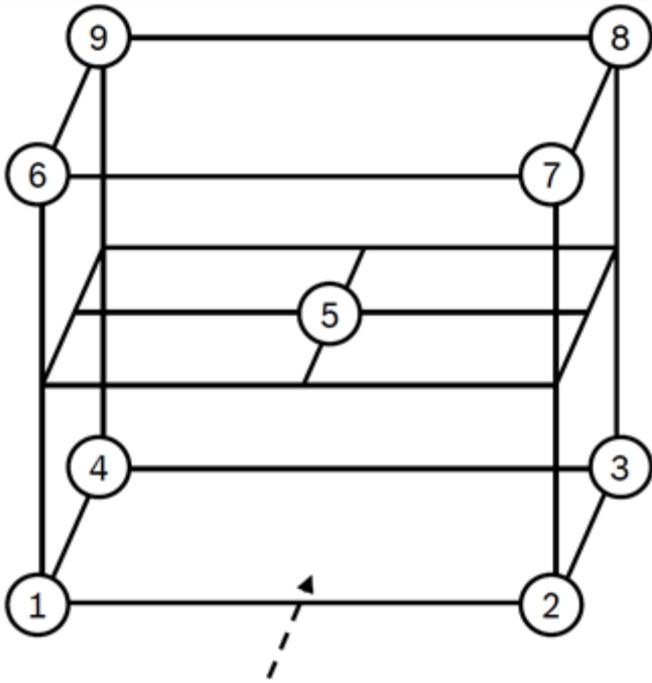


Abbildung Bk9

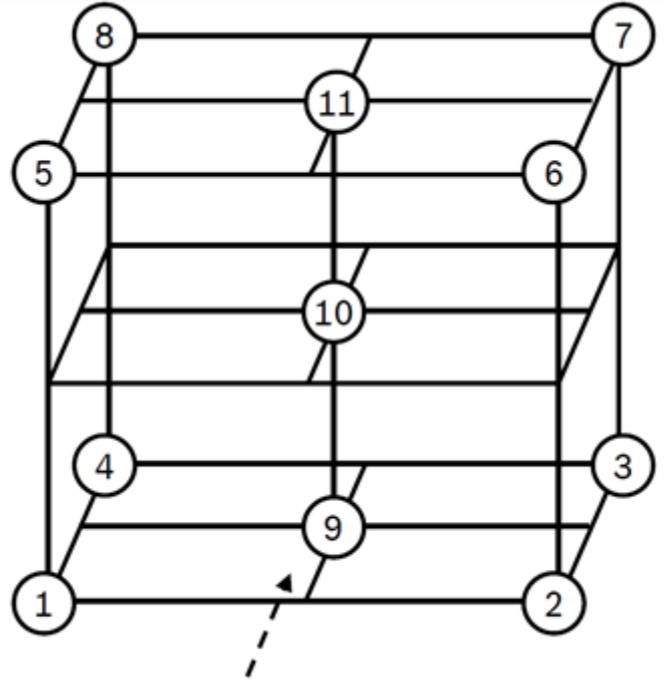


Abbildung Bk11

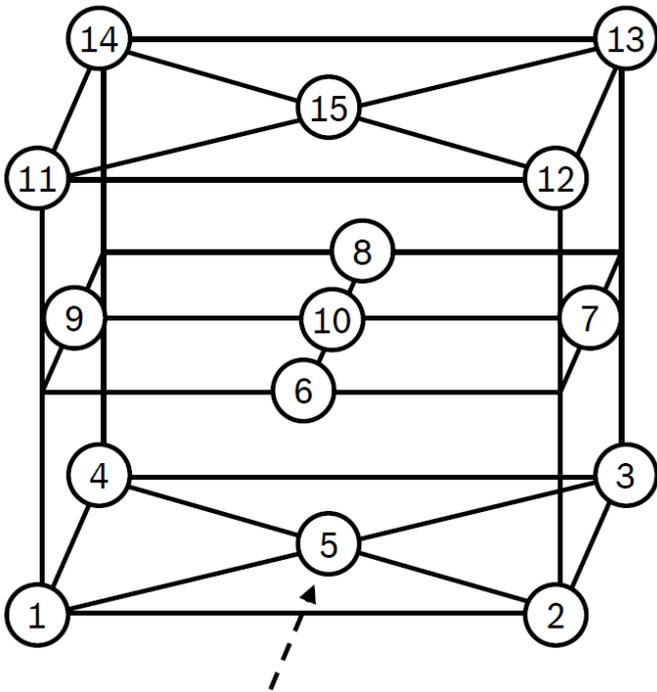


Abbildung Bk15

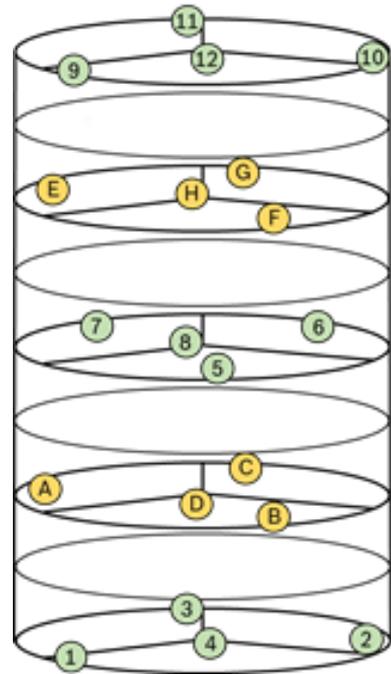


Abbildung Br12 und Br20

## C Anhang Festlegung von Warngrenzen

Im Anschluss an die Stabilisierungschargen sollte eine Festlegung von Warngrenzen erfolgen.

Die Festlegung der Werte der Warngrenzen erfolgt empirisch aufgrund der Serienerfahrung, indem die nach den ersten 5 Chargen vorliegende Spannweite der Messwerte um 10 % erweitert wird und die daraus resultierenden Grenzen als Warngrenze definiert werden.

Sollten die mittels dieser Methode ermittelten Warngrenzen außerhalb der Toleranz der Spezifikation liegen, so ist die Einführung von Warngrenzen nicht möglich.

Folgend ein Beispiel für die Bestimmung der Warngrenzen.

### Fallbeispiel

Das folgende Diagramm zeigt die Messwerte der Oberflächenhärte für ein vergütetes Bauteil aus 100Cr6 nach den ersten 5 Stabilisierungschargen. Die Toleranz liegt zwischen 670 HV10 und 770 HV10. Der obere Grenzwert der Messwerte (OGW) liegt bei 740 HV10, der untere Grenzwert der Messwerte (UGW) liegt bei 700 HV10. Die Spannweite (SB) beträgt somit 40 HV10.

Die obere Eingriffsgrenze (OEG) und untere Eingriffsgrenze (UEG) errechnen sich somit zu:

$$\text{OEG} = \text{OGW} + (0,1 \times \text{SB}) = 740 \text{ HV10} + (0,1 \times 40 \text{ HV10}) = 744 \text{ HV10}$$

$$\text{UEG} = \text{UGW} - (0,1 \times \text{SB}) = 700 \text{ HV10} - (0,1 \times 40 \text{ HV10}) = 696 \text{ HV10}$$

