



**DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.**  
HERSTELLER MECHANISCHER VERBINDUNGSELEMENTE

Gemeinsam herausgegeben mit:

GEMEINSCHAFTSAUSSCHUSS  
VERZINKEN E.V.



**DSV - Information**

**Richtlinie für die Herstellung  
feuerverzinkter Schrauben**

Stand: Juli 2009

## 1. Anwendungsbereich und Zweck

Diese Richtlinie findet Anwendung bei der Herstellung der in der Bauregelliste aufgeführten feuerverzinkten Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 nach DIN EN ISO 898-1 zur Verwendung im Stahlbau. Sie setzt die in Forschungsprojekten der Gemeinschaftsforschung im GAV und DSV gewonnenen Erkenntnisse zur Vermeidung von Anrissen infolge flüssigmetallinduzierter Rissbildung und von Sprödbrüchen an hochfesten Schrauben infolge Wasserstoffversprödung zur Anwendung in der Herstellungspraxis um.

Sie dient damit dem Ziel, Anrisse durch flüssigmetallinduzierte Rissbildung und Sprödbrüche auszuschließen und die Produktsicherheit zu gewährleisten. Sie beschreibt besondere Maßnahmen in einzelnen Stufen des Fertigungsprozesses.

## 2. Herstellerqualifikation und werkseigene Produktionskontrolle

Der Schraubenhersteller und der von ihm beauftragte Feuerverzinkungsbetrieb müssen über ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem verfügen. Die Verfahrensweisen, zu prüfenden Merkmale, Zeitpunkte und Prüfumfänge der werkseigenen Produktionskontrolle sind vom jeweiligen Prozessverantwortlichen festzulegen.

Es sind mechanische Eigenschaften jedes Fertigungsloses nachzuweisen. Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind 10 Jahre aufzubewahren und müssen bei Bedarf verfügbar sein.

Feuerverzinkte Schraube-Mutter-Kombinationen und vorspannbare Garnituren aus Schraube, Mutter und Scheiben sind in feuerverzinkter Ausführung von einem Hersteller zu verwenden.

## 3. Besondere Maßnahmen im Herstellprozess

In nachfolgender Tabelle sind die besonderen, über die Anforderungen der Produktnormen und Technischen Lieferbedingungen hinausgehenden Maßnahmen bei der Herstellung von verzinkten Stahlbauschrauben aufgeführt, deren Beachtung in vorliegender Richtlinie empfohlen wird.

	<b>Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6</b>	<b>Festigkeitsklasse 8.8</b>	<b>Festigkeitsklasse 10.9</b>
<b>3.1 Verwendung</b>	Feuerverzinkte Garnituren, bestehend aus Schraube und Mutter, gemeinsam verpackt	Feuerverzinkte Garnituren, bestehend aus Schraube, Mutter und Scheiben mit Kennzeichen des gleichen Herstellers, getrennt verpackt und beliebig kombinierbar	Feuerverzinkte Garnituren, bestehend aus Schraube, Mutter und Scheiben mit Kennzeichen des gleichen Herstellers, getrennt verpackt und beliebig kombinierbar
<b>3.2 Werkstoff</b>		Begrenzung des P- und S-Gehaltes auf maximal 0,02 %, Summe von P und S maximal 0,03 %, Nachweis durch Schmelzenanalyse Werkstoffreinheit: Gesamt-Summenkennwert gemäß DIN 50 602 <sup>1)</sup> K3 < 20	Begrenzung des P- und S-Gehaltes auf maximal 0,02 %, Summe von P und S maximal 0,03 %, Nachweis durch Schmelzenanalyse Werkstoffreinheit: Gesamt-Summenkennwert gemäß DIN 50 602 <sup>1)</sup> K3 < 20
<b>3.3 Formgebung</b>	Gewindetoleranz vor der Feuerverzinkung 6az nach DIN ISO 965-4, entsprechend DIN EN ISO 10684: 2003-02 mit Abmaß in der Schraube	Gewindetoleranz vor der Feuerverzinkung 6az nach DIN ISO 965-4, entsprechend DIN EN ISO 10684: 2003-02 mit Abmaß in der Schraube	Individuelle Kennzeichnung der Schrauben für jede Fertigungscharge durch gesonderte Kopfkennung Fertigung gemäß den Festlegungen in DIN EN 14399-4 und DIN EN 14399-8, d.h. gegenüber normalen Sechskantschrauben vergrößerter Radius unter Kopf Gewindetoleranz vor der Feuerverzinkung 6g gerolltes Gewinde mit sorgfältig verrundetem Gewindeauslauf Einschränkung zulässiger Oberflächenfehler nach DIN EN 26157-3 für spezielle Anforderungen

	<b>Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6</b>	<b>Festigkeitsklasse 8.8</b>	<b>Festigkeitsklasse 10.9</b>
<b>3.4 Vergütung</b>		Vermeidung einer Randaufkohlung	Vermeidung einer Randaufkohlung, Vermeidung von $\delta$ -Ferrit an der Schraubenoberfläche
<b>3.5 Mechanische Werkstoff- eigenschaften</b>			maximale Zugfestigkeit von 1170 N/mm <sup>2</sup> maximale Oberflächenhärte 375 HV 0,3
<b>3.6 Vorbehandlung zur Feuerver- zinkung</b>		Aktivierung der Oberfläche mit geeignet inibrierter Salzsäure der Konzentration 15 – 8 %. Nachschärfen von Säure ist unzulässig. Behandlungsdauer $\leq$ 30 min bei Raumtemperatur. Es können die Regelungen wie für die Festigkeitsklasse 10.9 angewendet werden	Aktivierung der Oberfläche in geeignet inibrierter Salzsäure der Konzentration 15 – 8 %. Nachschärfen von Säure ist unzulässig. Es müssen Inhibitoren eingesetzt werden, für die die Eignung und Wirksamkeit durch den Inhibitor-Hersteller mittels Prüfung nach den Vorgaben des DSV und GAV nachgewiesen wurde. Die aktuelle Liste von Inhibitoren kann beim GAV abgefragt werden.  Beizdauer $\leq$ 15 min bei Raumtemperatur. Zur Minimierung der Behandlungsdauer kann eine Entfettung oder ein mechanisches Reinigungsverfahren (z.B. Strahlen) erforderlich sein. Bei Überschreitung dieser Zeit in Einzelfällen bis maximal 30 Minuten ist ein Tempern gemäß DIN 50969 vorzunehmen.  Anmerkung: Es haben sich Temperbehandlungen über 6 Stunden bei mindestens 200° C oder über 11 Stunden bei mindestens 180° C bewährt.  Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (wPK) kann zusätzlich ein „WSR-Verspannversuch“ zur Überprüfung der Wirksamkeit der inibierten Beizen entsprechend Arbeitsanweisung im Anhang A1 durchgeführt werden. Bei Kontrolle des Beizprozesses durch den WSR-Verspannversuch bezüglich der Begrenzung des Wasserstoff-Gefährdungspotenzials entfällt das Verbot des Nachschärfens der Säure. Auch Säure und Inhibitorkonzentration können dann abweichend von den Inhibitor-Herstellerangaben individuell festgelegt werden.
<b>3.7 Feuerverzin- kung</b>	Gemäß DIN EN ISO 10684 Normaltemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 445 – 470° C) für alle Schrauben zulässig, für Schrauben der Abmessung $\geq$ M 33 verbindlich Hochtemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 530 – 560° C) nur für Schrauben der Abmessung $\leq$ M 30 zulässig Anmerkung: Anforderungen an die Zusammensetzung der Zinkschmelze gemäß DAST-Richtlinie 022	Gemäß DIN EN ISO 10684 Normaltemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 445 – 470° C) für alle Schrauben zulässig, für Schrauben der Abmessung $\geq$ M 27 verbindlich Hochtemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 530 – 560° C) nur für Schrauben der Abmessung $\leq$ M 24 zulässig Anmerkung: Anforderungen an die Zusammensetzung der Zinkschmelze gemäß DAST-Richtlinie 022	Gemäß DIN EN ISO 10684 Normaltemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 445 – 470° C) für alle Schrauben zulässig, für Schrauben der Abmessung $\geq$ M 27 verbindlich Hochtemperaturverzinkung (Zinkbadtemperatur 530 – 560° C) nur für Schrauben der Abmessung $\leq$ M 24 zulässig Anmerkung: Anforderungen an die Zusammensetzung der Zinkschmelze gemäß DAST-Richtlinie 022
<b>3.8 Axiale Tragfähigkeit</b>	Uneingeschränkte Tragfähigkeit unter Axialbelastung kann im allgemeinen nur bei Abmessungen $>$ M10 dargestellt werden		

<sup>1)</sup> entsprechende Grenzwerte für DIN EN 10247:2007-07 sind derzeit noch nicht verfügbar.

# Anhang A1

## Arbeitsanweisung für die Verspannprüfung zur Überwachung der Wirksamkeit von Inhibitoren zur Verringerung des H-Gefährdungspotenzials von inhibierten Salzsäurebeizen

### 1. Zweck

Diese Arbeitsanweisung (AA) stellt die Prüfvorschrift für Verspannversuche an wasserstoffbeladenen Wellensicherungsringen mit der Verspannvorrichtungen dar. Sie legt die bei der Prüfung einzuhaltende Vorgehensweise hinsichtlich der Durchführung der Prüfung und Dokumentation fest und beschreibt die bei der Prüfung zu beachtenden Fehlermöglichkeiten.

### 2. Beschreibung

#### 2.1 Allgemeines

Zur Bewertung von Salzsäurebeizen hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials zur Begünstigung einer wasserstoffinduzierten Sprödbruchbildung bei Bauteilen aus Vergütungsstählen, werden Wellensicherungsringe (WSR - DIN 471) verschiedener Härten in aus dem laufenden Produktionsprozess entnommenen Beizbadproben gebeizt und anschließend max. 5 Minuten nach dem Beizprozess in der Verspanneinrichtung verspannt und dabei einer definierten Biegezugspannung ausgesetzt.

#### 2.2 Prüfeinrichtung

Eine Verspannvorrichtung stellt auf jeweils zwei Seiten zehn Einzel-Prüfplätze zur Verfügung. Somit können in einer Verspannvorrichtung unabhängig von einander zwei Versuchsreihen á 10 WSR geprüft werden.

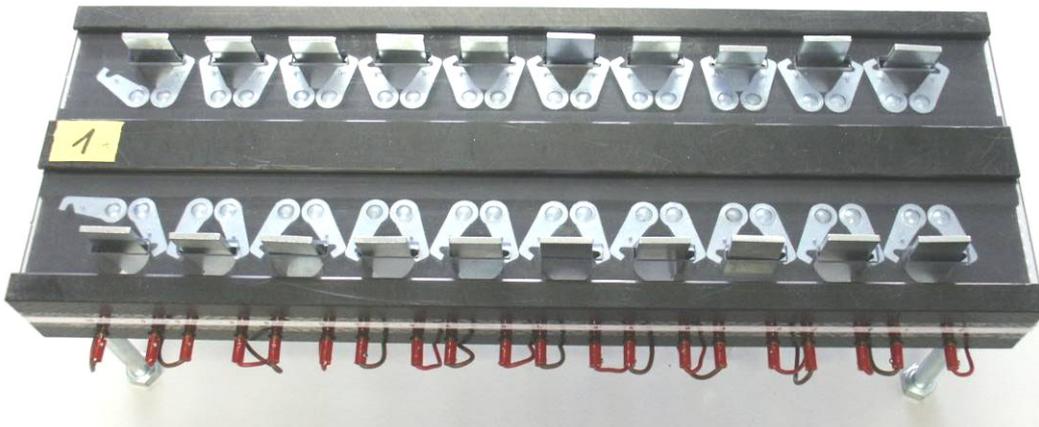


Bild 1: WSR-Verspannvorrichtung

#### 2.3 Prüfung

Jede zu prüfende Versuchsreihe ist im Prüfprotokoll zu bezeichnen. Die Bezeichnung der Versuchsreihe ergibt sich aus dem Nenndurchmesser der Wellensicherungsringe, deren Härteniveau sowie der individuell für dieses Prüflos definierten Biegezugspannung.

Beispiel: Ein Wellensicherungsring mit einem Nenndurchmesser von 28 mm und einer Härte im Bereich des Niveaus von 600HV soll auf eine Zugspannung 1500 MPa verspannt werden. Als Bezeichnung ergibt sich „wsr28\_hv600\_sigma1500“. Für die Durchführung der Prüfung sind ausschließlich speziell dafür hergestellte Wellensicherungsringe mit drei definierten Härteniveaus zu verwenden.

Bei der Prüfung einer Versuchsreihe ist wie folgt vorzugehen:

##### Entfetten

Die Wellensicherungsringe sind vor der Beizbehandlung zu entfetten, da eine Fettschicht den gleichmäßigen Beizangriff verhindern würde. Die Wellensicherungsringe sind nur mit Einweghandschuhen oder einer sauberen Pinzette zu handhaben.

##### Beizen

Zehn Wellensicherungsringe werden in ein Becherglas (Fassungsvermögen rd. 2000 ml) gegeben. Es ist darauf zu achten, dass die Wellensicherungsringe nicht übereinander liegen, um einen gleichmäßigen Beizangriff zu gewährleisten. Unter dem Abzug werden nun etwa rd. 1000 ml der zu untersuchenden Beizlösung eingefüllt. Nach fünf Minuten wird die Beizlösung über einen Trichter in einen dafür vorgesehenen Behälter abgegossen, wobei sich die Wellensicherungsringe im Trichter sammeln. Die Wellensi-

cherungsringe werden sofort unter fließendem Wasser abgespült. Die verdünnte Beizlösung kann den betrieblichen Bädern wieder zurückgeführt werden. Anschließend werden die Ringe mit Propanol oder Ethanol (Spritflasche) besprüht. Das aus dem Trichter abfließende Propanol/Ethanol wird in einem hierfür vorgesehenen und gekennzeichneten Kanister aufgefangen. Propanol/Ethanol darf nicht in die Beizbäder oder in das Kanalsystem eingeleitet werden. Abschließend werden die Wellensicherungsringe auf einem Papiertuch zum Trocknen ausgelegt.

### Verspannvorgang

Unmittelbar (max. 5 min.) nach der Entnahme der Wellensicherungsringe aus dem Beizlösungsansatz werden diese in die Verspannvorrichtung wie folgt eingesetzt.

#### **Schritt I:**

Entfernung der Schutzabdeckung abgenommen (Bild 2).

Schutzabdeckung

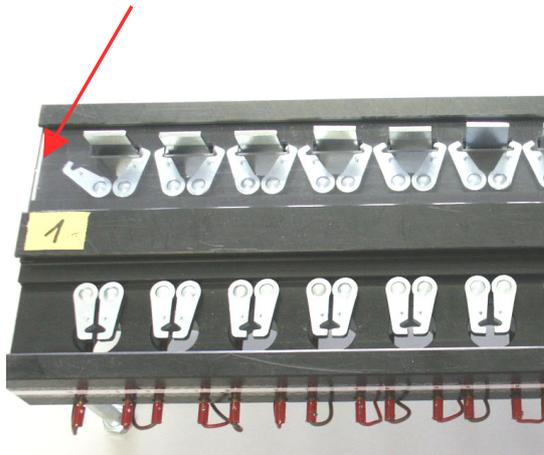


Bild 2: Abgenommene Schutzabdeckung

#### **Schritt II:**

Die Wellensicherungsringe werden in die Vorrichtung eingelegt (Bild 3).



Bild 3: Eingelegte Wellensicherungsringe

#### **Schritt III:**

Die Schutzabdeckung wird wieder eingesetzt und die Keile werden ohne Zusatzkraft durch die Aussparungen der Schutzabdeckung zwischen den Spreizlaschen positioniert. Der Wellensicherungsring darf durch diese Keilposition nicht vorbelastet werden (Bild 4).

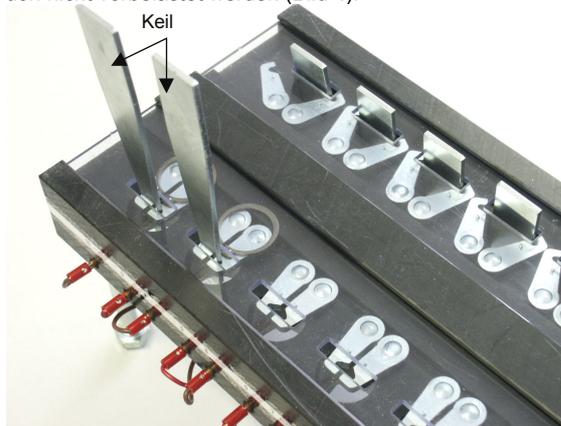


Bild 4: Positionierte Keile

#### **Schritt IV:**

Anschließend wird der Keiltreiber über den Keil gestellt und der Keil wird fest an den Rücken des u-förmigen Führungsprofils gedrückt. Das Schiebestück wird kraftlos auf dem Keilkopf abgesetzt (Bild 5).

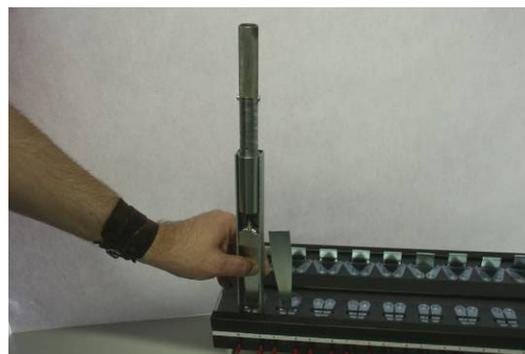


Bild 5: Keiltreiber

#### Schritt V:

Nach dem Absetzen des Schiebestücks auf dem Keilkopf stellt sich eine beliebige axiale Position ein, ersichtlich anhand der Position der Kontrollbohrung bezogen auf die Kante der Führungshülse (Bild 6, Pfeile).

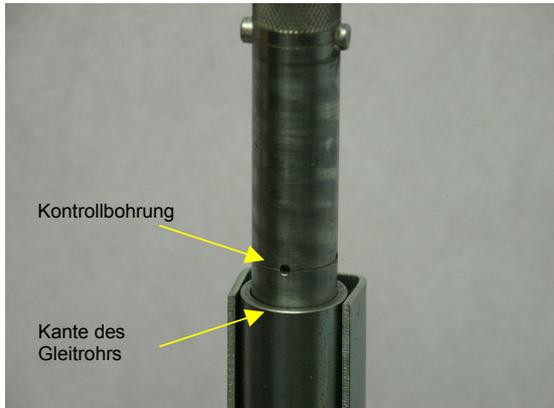


Bild 6: Kontrollbohrung am Keiltreiber

#### Schritt VII:

Abschließend wird das Schiebestück bis zum Erreichen des Stiftanschlags hinunter gedrückt. Das Bild 8 zeigt diese verspannten Wellensicherungsringe.

Die voreingestellte Positionen bewirken eine Aufweitung der WSR um 6,2 mm und einer damit verbundenen Beanspruchung auf der Innenseite der WSR von 1500 MPa.



Bild 8: Verspannte WSR

#### Schritt VI:

Unter Beibehaltung der Anpresskraft zwischen dem Keil und der Rückwand des u-förmigen Führungsprofils wird nun die Mitte der Kontrollbohrung durch Drehen des Griffs mit der Kante der Führungshülse zur Deckung gebracht (Bild 7).



Bild 7: Mitte der Kontrollbohrung in Deckung mit der Kante der Führungshülse

- Die Versuchsdauer ist auf 24h festgelegt.
- Die Anzahl der gebrochenen Wellensicherungsringe je Härteniveau wird nach Versucheende protokolliert.

#### Reinigung der verwendeten Geräte

Das verwendete Becherglas sowie der verwendete Trichter sind nach jedem Versuch gründlich unter fließendem Wasser zu reinigen und mit destilliertem Wasser auszuspülen. Zur Verbesserung der Trocknung werden die Laborgeräte mit Propanol (Spritzflasche) ausgesprüht (Handhabung Propanol siehe oben).

### 3 Dokumentation im Prüfprotokoll

Die Prüfung ist in einem Prüfprotokoll (Excel-Blatt) zu dokumentieren. Im Prüfprotokoll müssen folgende Angaben vorhanden sein:

- Versuchsdatum und Uhrzeit des Einbaus in die Spannvorrichtung
- Bezeichnung der Versuchsreihe
- Datum der entnommenen Beizlösung
- Bezeichnung (Nummer) des geprüften Beizbeckens
- Prüfstand-Nr.
- Anzahl Brüche gesamt

Am Ende des Versuchs sind die Ergebnisse in das Prüfprotokoll zu übertragen. Darüber hinaus sind die Beizparameter, wie Temperatur, Inhibitorzugabe, Wasserzugabe usw. aufzuführen.

#### **4 Fehlermöglichkeiten**

Fehlermöglichkeiten sind durch Kontrollen auszuschließen. Fehlermöglichkeiten sind:

- Wellensicherungsringe mit verschiedenen Vickershärten in einer Versuchsreihe eingebaut.
- Säure- und Inhibitorkonzentration falsch angesetzt.
- Flaschen mit angesetzter Beizlösung vertauscht.

#### **5 Auswertung**

Die Auswertung der Prüfung erfolgt anhand der Ausfallraten der WSR je Härtestufe, die grundsätzlich zwischen den Vertragsparteien zu vereinbaren sind.

Als Handlungsempfehlungen dafür gibt der GAV auf Basis der geleisteten Forschungsarbeiten und durchgeführten Feldversuche einen Bewertungsmaßstab heraus, der als Anlage zu dieser Richtlinie beim GAV erhältlich ist.

## **Anhang A2**

### **Literatur**

- Hasselmann U.  
Flüssigmetallinduzierte Rissbildung bei der Feuerverzinkung hochfester HV-Schrauben großer Abmessungen infolge thermisch bedingter Zugeigenspannungen, Dissertation am Fachbereich Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt, 124 S., Aachen: Shaker Verlag, 1998. ISBN 3-8265-3292-9 (1997)
- Schröder-Rentrop, I.; Landgrebe, R.; Berger, C.; Hasselmann, U.:  
Entwicklung eines praxisgeeigneten Prüfverfahrens zur Bewertung des Wasserstoffgefährdungspotenzials von Salzsäurebeizen und zum Vergleich der Wirksamkeit von Inhibitoren, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik", 36. Jahrgang (2005), Heft 11, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, gleichzeitig GAV-Bericht 153 (2005), Düsseldorf
- Schröder-Rentrop, I.  
Entwicklung eines praxisgeeigneten Prüfverfahrens zur Bewertung des Wasserstoffgefährdungspotenzials von Salzsäurebeizen und Vergleich der Wirksamkeit von Inhibitoren, Dissertation am Fachbereich Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt, 176 S., Aachen: Shaker, 2005. ISBN 3-8322-3987-1



## DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.

### Deutscher Schraubenverband e.V.

Goldene Pforte 1

Telefon: 02331/9588-49

58093 Hagen-Emst

Fax: 02331/51044

E-Mail: [dsv@schraubenverband.de](mailto:dsv@schraubenverband.de)

Internet: [www.schraubenverband.de](http://www.schraubenverband.de)

---

GEMEINSCHAFTSAUSSCHUSS  
VERZINKEN E.V.



### Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V.

Sohnstraße 66

Telefon: 0211/69 07 65-25

40237 Düsseldorf

Fax: 0211/68 95 99

E-Mail: [info@gav-verzinken.de](mailto:info@gav-verzinken.de)

Internet: [www.gav-verzinken.de](http://www.gav-verzinken.de)

---