



## **VERBÄNDEVEREINBARUNG**

Nummer: V-DK-006

Titel: **Die Anwendung des Abschnittes 9.4 „Rohrverbindungen“ der DIN EN 12952-5 hinsichtlich der Befestigung von Rohren in Trommeln von Wasserrohrkesseln durch Walz-Schweißverbindungen ohne nachträgliche Wärmebehandlung**

Unterzeichner: VAIS  
TÜV-Verband  
vgbe

Zeitraum der Veröffentlichung: Dezember 2013

## Vereinbarung Dampfkessel 006 2013-12

zwischen

FDBR FDBR e. V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf

VdTÜV Verband der TÜV e. V., Berlin

VGB VGB PowerTech e. V., Essen

über

### die Anwendung des Abschnittes 9.4 „Rohrverbindungen“ der DIN EN 12952-5 hinsichtlich der Befestigung von Rohren in Trommeln von Wasserrohrkesseln durch Walz-Schweißverbindungen ohne nachträgliche Wärmebehandlung

#### Präambel

Diese Vereinbarung stellt ergänzend zu den einschlägigen Regelwerken eine Sammlung von Erfahrungen, Empfehlungen und ggf. Konkretisierung der Regelwerke dar, die nach bestem Wissen den Stand der Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wiedergeben soll. Ziel der Vereinbarung ist es, die Betriebssicherheit der Dampfkesselanlagen bzw. deren Anlagenteile zu gewährleisten.

Eine Haftung, auch für die sachliche Richtigkeit der Darstellungen in dieser Vereinbarung, ist ausgeschlossen. Ebenso sind Patent- und andere Schutzrechte vom Anwender eigenverantwortlich zu klären.

Die an dieser Vereinbarung mitwirkenden Verbände würden es begrüßen, wenn auch weitere nationale und internationale Verbände/Institutionen diese Vereinbarung mit tragen und inhaltlich mit weiterentwickeln.

#### Inhalt

1	Anwendungsbereich .....	2
2	Begriffsbestimmung .....	2
3	Allgemeine Anforderungen .....	2
4	Aufweitung der Rohre beim Anwalzen vor dem Schweißen .....	3
5	Schweiß- und Prüfbedingungen bei verschiedenen Trommelwerkstoffen .....	4
6	Grundsätze der Schweißarbeiten .....	4
7	Nachwalzen der geschweißten Rohrverbindungen .....	5
8	Prüfung auf Rissfreiheit .....	5
9	Verfahrensprüfung .....	5
10	Nachweisführung .....	6
11	Literaturverzeichnis .....	6
12	Frühere Vereinbarungen .....	7

## **1 Anwendungsbereich**

Walz-Schweißverbindungen dürfen nur bei unbeheizten Rohren eingesetzt werden.

Die Festlegungen dieses Merkblattes gelten sinngemäß für betriebsbeanspruchte Trommeln im Zuge von Reparaturen mit Erneuerung von Rohreinwalzungen.

## **2 Begriffsbestimmung**

Die Walz-Schweißverbindung stellt eine Verbindung dar, bei der Rohre in Bohrungen von Trommeln eingeführt, durch ausreichend große Haftaufweitung an die Lochlaibung mindestens zum Anliegen gebracht und am Rohrende mit der Trommel (an der Innenoberfläche) als Dichtnaht verschweißt werden.

## **3 Allgemeine Anforderungen**

Rohre dürfen im Rahmen der Fertigung an Trommeln durch Haftaufweiten und Dichtschweißen (Befestigungsarten SA, AS, SE, ES nach DIN 28187) befestigt werden.

Das Haftaufweiten kann dabei durch das Einwalzen der Rohre oder durch mechanisch-hydraulisches Aufweiten der Rohre geschehen. Die Grenzen der Haftaufweitung (Definition siehe DIN 28187, Anhang A) sind in Abschnitt 4.3 beschrieben.

Die Einwalzbereiche/Walzlängen der Bohrungen können je nach Wanddicke mit und ohne Walzrille ausgeführt sein.

### **3.1 Trommelwerkstoffe**

Die Trommelwerkstoffe, für die auf eine Wärmebehandlung verzichtet werden kann, sind in der Tabelle in Abschnitt 5 aufgelistet.

### **3.2 Rohrwerkstoffe**

Als Rohrwerkstoffe können verwendet werden:  
P235GH, P265GH, P295GH, P355GH, 16Mo3

Der Grundwerkstoff 16Mo3 muss in seiner chemischen Zusammensetzung (Schmelzanalyse) die folgende Bedingung erfüllen:  $Cr + Ni \leq 0,30\%$

### **3.3 Trommelwanddicken**

Für die Trommelwanddicken gelten die Begrenzungen, die in Tabelle von Abschnitt 5 genannt sind.

### **3.4 Rohrdurchmesser**

Die Rohrdurchmesser sind begrenzt auf  $d_a \leq 114,3$  mm.

Mit d wird nachfolgend der zugehörige mittlere Bohrungsdurchmesser bezeichnet.

### **3.5 Mindest-Teilungsmaße der Trommel**

#### **3.5.1 Längsteilung**

Als Mindestmaß für die Längsteilung  $t_l$  bezogen auf den mittleren Bohrungsdurchmesser ohne Zuschläge gilt:  $t_l \geq 2 \cdot d$

#### **3.5.2 Als Mindestmaß für Umfangsteilung $t_u$ bezogen auf den mittleren Bohrungsdurchmesser ohne Zuschläge gilt: $t_u \geq 1,4 \cdot d$**

## **4 Aufweitung der Rohre beim Anwalzen vor dem Schweißen**

### **4.1 Vorbereitung**

Trommelbohrungen, Trommelinnenfläche sowie die äußere und innere Oberfläche der einzuwalzenden Rohrenden sind von Schmutz, Rost, Zunder, Fett, Korrosionsschutz und ähnlichem zu reinigen.

Die Rauheit  $R_a$  der Bohrungsoberfläche darf  $6,3 \mu\text{m}$  nicht überschreiten. Die Bohrungsoberfläche darf außerdem keine spiralförmigen oder axialen Riefen aufweisen, die zu Undichtheiten führen könnten. Die Rauigkeit und Sauberkeit der Bohrlöcher ist lochweise zu prüfen und zu dokumentieren.

Die Rohrenden müssen über die Walzlänge metallisch blank und auf einer Länge von  $2 \cdot d$  gerade sein.

Trommelbohrungen und Rohrenden müssen vor dem Einbau sauber und trocken sein.

### **4.2 Einbau der Rohre**

Der Einbau der Rohre erfolgt von der Trommelachse ausgehend radial nach rechts und links. Die Rohrüberstände sind auf 8 mm bis 12 mm einzustellen.

Das Fixieren kann mit schraubbaren Schellen erfolgen.

Heftschweißungen sind nicht zulässig.

Größere Überstände werden nach dem Schweißen mechanisch abgearbeitet.

### **4.3 Anlegen**

Der Zweck ist die Beseitigung des Spiels zwischen Rohr und Bohrung und Ausgangspunkt für die Haftaufweitung. Für das Anlegen wird eine Haftaufweitung von 4% angestrebt.

„Bei Lochwanddicken bis 40 mm ist auf die ganze Lochtiefe, bei größeren Wanddicken nur 40 mm tief vom inneren Lochrand aus einzuwalzen. Bei kleineren Rohrdurchmessern genügt eine Walzlänge von 30 mm“ (VGB-R 501 H Abschnitt 29.1.1).

### **4.4 Anwalzen**

Das Anwalzen beginnt mit Walzversuchen. An den vorher vermessenen Bohrungen wird der erforderliche Arbeitsdruck für die gewünschte Haftaufweitung ermittelt (siehe VGB R 501 H Abschnitt 29.1.2).

Die Walzversuche sind zu protokollieren:

- lichter Rohrdurchmesser vor dem Anwalzen,
- lichter Rohrdurchmesser nach dem Anwalzen,
- ggf. lichter Rohrdurchmesser nach dem Schweißen,
- lichter Rohrdurchmesser nach dem 2. Anwalzen.

Ist der richtige Arbeitsdruck ermittelt, werden alle Rohre mit diesem Druck angewalzt.

Die richtige Wahl der Walzparameter ist anhand mindestens einer Probewalzung vorher zu überprüfen.

Das Aufweiten (Anwalzen) der Rohrenden hat so zu erfolgen, dass die Rohrenden an den Lochlaibungen anliegen. Die Rohre sollen ohne Zwang in das Bohrloch eingeführt werden können. Die Bohrungs-laibungen müssen sauber, rund, rissfrei sowie weitgehend riefenfrei sein. Bohrungsriefen sind soweit zulässig, wie sie im vom Besteller spezifizierten Bereich liegen. Gegebenenfalls störende Unrundheiten und/oder Aufhärtungen aus eventuellen vorherigen Walzungen/Überwalzungen sind zu beseitigen. Die Bohrungskanten sind abzurunden, aber nicht auf der Schweißseite. Die Rohrenden sind zu entgraten. Rohre und Stutzen, die für eine Dichtschweißung vorgesehen sind, sind ungebördelt einzuwalzen (siehe Bild 1).

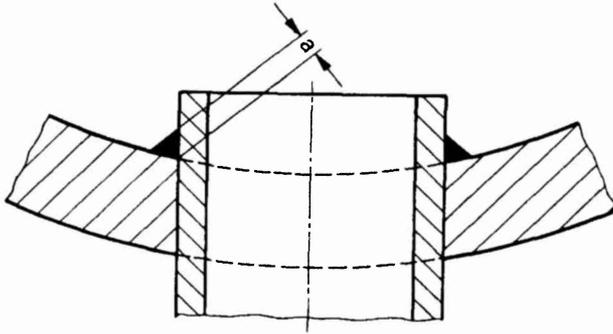
Walzfehler wie einseitige Anwalzungen, Verquetschungen an den Bohrlochenden usw. sind unzulässig. Die visuelle Begutachtung der eingewalzten Rohre/Stutzen auf unzulässige Walzfehler ist vor dem Dichtschweißen vorzunehmen.

## 5 Schweiß- und Prüfbedingungen bei verschiedenen Trommelwerkstoffen

Trommelwerkstoff	Wanddicke [mm]	Werkstücktemperatur bzw. Vorwärmtemperatur	Prüfung auf Rissfreiheit nach Abschnitt 8
P235GH, P265GH	unbegrenzt	~ 20 °C	nein
P295GH 16Mo3 P355GH	≤ 30	~ 20 °C	nein
	> 30	> 50 °C	ja
legierte Trommelwerkstoffe, wenn die Eignung des Verfahrens durch Gutachten einer Benannten Stelle/zugelassenen Überwachungsstelle nachgewiesen ist	gemäß Gutachten der Benannten Stelle/zugelassenen Überwachungsstelle		

## 6 Grundsätze der Schweißarbeiten

- 6.1** Die Schweißfelder sind entsprechend den Angaben gemäß Abschnitt 5 vorzuwärmen und die Wärme beim Schweißen aufrecht zu halten. Die Schweißreihenfolge ist nach einem Schweißfolgeplan auszuführen, der anstrebt, die zu erwartenden Eigenspannungen möglichst gering zu halten.
- 6.2** Die Kehlnahtschweißung – z. B. nach **Bild 1** – wird in zwei Lagen ausgeführt. Nahtanfang und -ende der beiden Lagen müssen versetzt zueinander angeordnet sein. Weitere Details zur Schweißnahtausführung sind in der Verfahrensprüfung festzuhalten.



**Bild 1** Kehlnahtverbindung an der Walz-Schweißverbindung

- 6.3 Das  $a$ -Maß der Kehlnahtschweißung soll  $\leq 5$  mm sein.
- 6.4 Im Fall von Lichtbogenhandschweißungen (Verfahren 111) müssen Elektroden mit basischer Umhüllung verwendet werden.
- 6.5 Das Überprüfen des Lichtbogens bzw. das Zünden von Elektroden an der Trommelwand außerhalb des Kehlnahtbereiches ist unzulässig. Ansatzfehler, Poren und Endkrater sind grundsätzlich vor dem Überschweißen zu entfernen.
- 6.6 Die Schweißarbeiten dürfen nur von Schweißern ausgeführt werden, die gemäß Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG Anhang I (3.1.2) von einer zuständigen unabhängigen Stelle zugelassen sind.
- 6.7 Für die Beurteilung der ausgeführten Nähte gilt Bewertungsgruppe C nach DIN EN ISO 5817.

## 7 Nachwalzen der geschweißten Rohrverbindungen

Bei Rohrverbindungen mit Trommelwerkstoffen wie P 355 GH und sonstigen legierten Trommelwerkstoffen ist nach dem Schweißen zur Vermeidung örtlicher Schrumpfspannungen eine Aufweitung erforderlich. Sie soll etwa 0,2% des Rohrdurchmessers betragen und bei Raumtemperatur vorgenommen werden.

## 8 Prüfung auf Rissfreiheit

Die Prüfung auf Rissfreiheit ist gemäß Tabelle des Abschnittes 5 an den Rohrverbindungen mit einem geeigneten Oberflächenriss-Prüfverfahren stichprobenweise durchzuführen

Am Werkstoff P355GH und an legierten Trommelwerkstoffen beträgt der Prüfumfang mindestens 25%.

## 9 Verfahrensprüfung

Der Fertiger muss eine Verfahrensprüfung nach DIN EN ISO 15614-1 von einer zuständigen unabhängigen Stelle gemäß Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG (Anhang I, 3.1.2) vorlegen können.

## 10 Nachweisführung

Der Hersteller von Walzverbindungen hat vor Beginn der Arbeiten eine Arbeitsanweisung zu erstellen, in der alle wesentlichen Arbeitsschritte und Qualitätskontrollparameter festgelegt sind. Dazu gehört auch die Ermittlung der optimalen Walzparameter, d. h. Bohrungsmaße, Rohrmaße einschließlich Toleranzen und Haftaufweitung, ggf. Stützenglühprotokolle.

Müssen Bohrungen aufgebohrt werden, ist ein ergänzender Festigkeitsnachweis erforderlich.

Die Einhaltung der in der Arbeitsanweisung des Herstellers angegebenen Qualitätskriterien für das Walzen und das Schweißen ist für alle Bohrungen zu dokumentieren.

Der Prüfer der Benannten Stelle / zugelassenen Überwachungsstelle führt begleitende Stichprobenprüfungen durch.

## 11 Zitierte Literatur

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| DIN EN ISO 5817            | Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten  |
| DIN EN ISO 15614-1:2012-06 | Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen |
| DIN EN 12952-5:2012-01     | Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile  |
| DIN 28187:2009-09          | Rohrbündel-Wärmetauscher – Rohr-/Rohrboden-Befestigungen  |
| VGB-R 501 H:2002           | Richtlinie für die Herstellung und Bauüberwachung von Hochleistungsdampfkesseln   |
- Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Druckgeräte in der Fassung vom 20.11.2003 (Druckgeräte-Richtlinie)

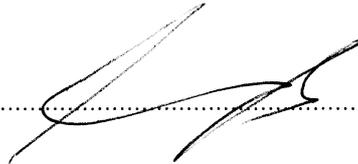
**12 Frühere Vereinbarungen**

Die Vereinbarung V-DK-006 ersetzt die Vereinbarung 1977/3.

Düsseldorf, den 04.12.13

FDBR e. V. Fachverband Anlagenbau

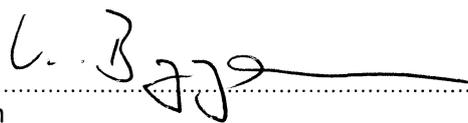
.....  
Dr. Maaß



Berlin, den 6.12.13

VdTÜV Verband der TÜV e. V.

.....  
Dr. Brüggemann



Essen, den 3.12.13

VGB PowerTech e.V.

.....  
Herr Christensen

