

## Spezifikation des Cladding

### Austausch Feuerraumwände Kessel 2

Auftraggeber

:



Josef-Kistler-Weg 22  
82140 Olching

Ansprechpartner technisch

:

Herr Karl Pfaffenzeller  
Arbeitsvorbereitung  
Tel.: +49 8142 28 67 32  
Mail: [k.pfaffenzeller@gfa-online.com](mailto:k.pfaffenzeller@gfa-online.com)

## Inhalt:

|                                                                                        | Seite     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Geltungsbereich</b>                                                               | <b>3</b>  |
| <b>2 Basis</b>                                                                         | <b>3</b>  |
| <b>3 Ablauf</b>                                                                        | <b>3</b>  |
| 3.1 Möglichst bald und spätestens mit Abgabe des Angebotes                             | 3         |
| 3.1.1 Dokumente                                                                        | 3         |
| 3.1.2 Schweißproben                                                                    | 3         |
| 3.1.3 Schweißverbindungen zwischen Rohren                                              | 4         |
| 3.1.4 Biegeverfahren                                                                   | 4         |
| 3.1.5 Öffnungen                                                                        | 4         |
| 3.1.6 Start- und Stoppstellen umschmelzen, die vom Rauchgas berührt werden             | 5         |
| 3.1.7 Vormontage im Werk                                                               | 5         |
| 3.1.8 Endmontage auf der Baustelle                                                     | 5         |
| 3.2 Produktion und Vormontage in der Werkstatt                                         | 5         |
| 3.2.1 Freigabe der Produktion und Makroschliffe                                        | 5         |
| 3.2.2 Laufende Produktion                                                              | 6         |
| 3.2.3 Abnahme der Produktion                                                           | 6         |
| 3.3 Baustelle                                                                          | 6         |
| 3.3.1 Freigabe der Baustelle und Handfertigkeit der Schweißer (Druckteil und Cladding) | 6         |
| 3.3.2 Laufende Baustelle                                                               | 7         |
| 3.3.3 Abnahme der Baustelle und Referenzflächen                                        | 7         |
| <b>4 Qualität im Werk und Kessel, maschinell und manuell</b>                           | <b>7</b>  |
| 4.1 Basis                                                                              | 7         |
| 4.2 Grundwerkstoff                                                                     | 8         |
| 4.3 Nahtvorbereitung                                                                   | 8         |
| 4.4 Schweißzusatzwerkstoffe                                                            | 8         |
| 4.5 Schweißfolge (WPS)                                                                 | 8         |
| 4.6 Schutzgase                                                                         | 8         |
| 4.7 Kühlung                                                                            | 8         |
| 4.8 Schichtdicke                                                                       | 8         |
| 4.9 Eisengehalt                                                                        | 9         |
| 4.10 Farbeindringprüfung                                                               | 9         |
| 4.11 Laufende VT auf 100% der Fläche                                                   | 10        |
| 4.12 Röntgenprüfung am Druckteil                                                       | 15        |
| 4.13 Nachbesserungen                                                                   | 15        |
| <b>5 Dokumentation</b>                                                                 | <b>15</b> |

## 1 Geltungsbereich

Diese Spezifikation enthält die Mindestanforderungen für die Qualität von Lieferungen und Leistungen der im folgenden beschriebenen Auftragschweißung mit einer Mindestschichtdicke von 2,0 mm aus Alloy 625, auch Cladding mit "Inconel" genannt, auf Rohrwänden und Einzelrohren, sowie daraus hergestellter Bauteile für Kessel 2 seitens des **Auftraggebers (AG)**. Der **Auftragnehmer (AN)** verpflichtet sich zu einer Lieferung entsprechend dem Stand der Technik und der nachfolgenden Spezifikation.

## 2 Basis

Die Basis der Spezifikation des Cladding seitens des AG ist das VdTÜV-Merkblatt 1166: 2019-05-07 mit den darin gelisteten Regelwerken. Der AN folgt diesen Regelwerken bei Ausführung der nachfolgend genannten Arbeiten, auch wenn die Regelwerke nicht bei jedem Punkt einzeln vorgeschrieben werden.

Der Lieferant hat seine Herstellerzulassung etc. im Rahmen der Fertigung des Kessels vorzulegen, deshalb muss das nicht zusätzlich für das Cladding vorgelegt werden.

Sollten sich Widersprüche in den zugrunde gelegten Regelwerken, der Spezifikation für das Cladding usw. befinden, so wird der AN zeitnah den AG informieren.

Der AG fordert den AN auf zeitnah auf Widersprüche in dieser Spezifikation hinzuweisen und seine guten Erfahrungen einzubringen.

## 3 Ablauf

### 3.1 Möglichst bald und spätestens mit Abgabe des Angebotes

#### 3.1.1 Dokumente

Der AN wird gebeten möglichst bald und spätestens mit dem Angebot folgende Dokumente vorzulegen:

- Schweißanweisungen (WPS) und ggf. Schweißverfahrensprüfung (WPQR) sind vorzulegen. Vertrauliche Informationen dürfen geschwärzt sein.
- Biegeprüfungen für Rohrwände und Einzelrohre sind vorzulegen.
- Wenn der AN oder sein Unterlieferant Cladding eines weiteren Unterlieferanten bestellt, sind dafür dieselben Dokumente vorzulegen.

→ *Der Dokumentation beilegen: WPQR/WPS für alle angewendeten Schweißverfahren, vertrauliche Daten dürfen geschwärzt werden.*

#### 3.1.2 Schweißproben

Der AG wird die Qualität des Cladding und der Rohrbögen vorqualifizieren. Der AN wird gebeten möglichst bald und spätestens mit dem Angebot folgende Schweißproben mit den Schweißfolgen vorzulegen, die für das Projekt angewendet werden:

- Rohrwand: Zwei Rohre breit und ca. 300 mm lang. Wenn möglich eine Biegeprobe oder die Biegeprüfung.
- Einzelrohr für Ausbiegungen in der Rohrwand: Ein Rohr ca. 300 lang. Wenn möglich eine Biegeprobe oder die Biegeprüfung.
- Schweißverbindungen zwischen Rohren: Siehe nächstes Kapitel.
- Die Schweißproben müssen aus der laufenden Produktion stammen. Besonders schön hergestellte Schaustücke werden nicht angenommen.

- Die Rohrdimensionen der Schweißproben ( $\varnothing$  Rohrdurchmesser x Wanddicke, sowie x Teilung bei Rohrwänden) sollen nach Möglichkeit den Maßen des projektierten Kessels entsprechen.

### 3.1.3 Schweißverbindungen zwischen Rohren

Im Markt gibt es zwei gängige Varianten:

- Mit einer V-Naht, dann ist an der Schweißphase eine Schwarz-Weiß-Mischnaht möglich. Diese Variante wird vom AG bevorzugt.
- Mit nicht auftraggeschweißten Enden: Die Auftragschweißung endet ca. 50 bis 100 mm vor der Schweißphase. Dann können Wurzel und Fülllagen ohne Gefahr einer Mischnaht geschweißt werden.
- Der AN wird auch hier um eine Schweißprobe gebeten.

→ *Der Dokumentation beilegen: WPQR/WPS für alle angewendeten Schweißverfahren.*

### 3.1.4 Biegeverfahren

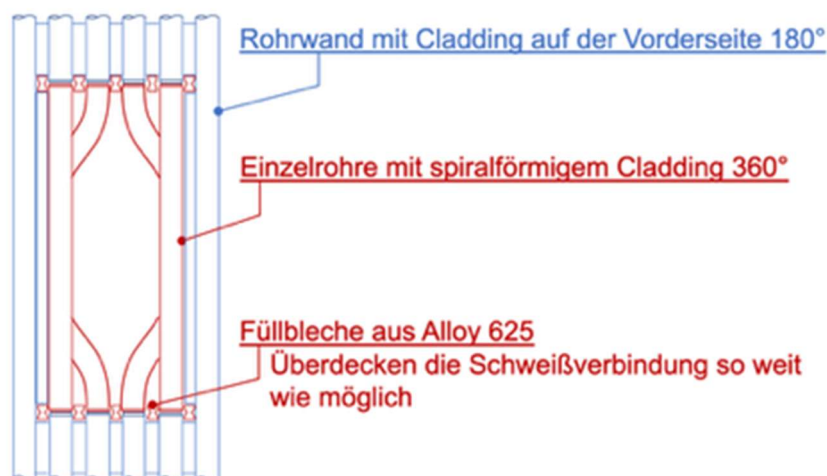
Die Prüfungen der zutreffenden Biegeverfahren sind vorzulegen.

→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfbescheinigungen für alle angewendeten Biegeverfahren.*

### 3.1.5 Öffnungen

Der AG bittet um besondere Berücksichtigung:

- Nachfolgende Skizze zeigt das Beispiel einer Öffnung. Die geraden Rohre neben Rohrbögen sollen ebenfalls mit Rohren ausgeführt werden, die mit dem spiralförmig um das Rohr laufenden Cladding geschützt sind - auch 360° Cladding genannt.
- Füllbleche sollen die Schweißverbindung zwischen Rohrwand und Einzelrohren so weit wie möglich überdecken. Das schützt die Schweißverbindungen und ermöglicht das Anschweißen von Ankern für das Feuerfest.
- Um möglichst wenig Feuerfest und kleine Füllbleche um die Sekundärluftdüsen zu haben - um so die Anhaftung von Schlacke zu verringern - bittet der AG den AN die Konstruktion der Rohrbögen zu prüfen und gemäß seiner guten Erfahrungen zeitnah Verbesserungsvorschläge zu machen.



### 3.1.6 Start- und Stoppstellen umschmelzen, die vom Rauchgas berührt werden

Der AG bittet um besondere Berücksichtigung:

- Alle Start- und Stoppstellen auf Rohrwänden, die im Bereich des Rauchgases liegen, sind mittels WIG umzuschmelzen.

### 3.1.7 Vormontage im Werk

Anforderung des AG:

- Alle vom Rauchgas berührten Rohre sind durch Cladding zu schützen.
- In der Werkstatt soll möglichst viel Cladding geschweißt und so weit wie möglich die Bauteile vormontiert werden.
- Der AN wird gebeten zeitnah Zeichnungen vorzulegen, die den Umfang des Cladding zeigen und in denen der Umfang der Vormontage sichtbar ist.

### 3.1.8 Endmontage auf der Baustelle

Anforderung des AG:

- Der AN soll möglichst zeitnah sein Montagekonzept und den Umfang des dann noch nötigen Cladding auf der Baustelle vorlegen.
- Der AN weist zeitnah auf die Zwangslagen hin, an denen er wahrscheinlich von den geforderten Eisengehalten (siehe Kapitel "Qualität") abweichen könnte.
- Wenn ein Unterlieferant die Montage ausführt, dann legt der AN dessen Dokumente vor.
- Die Schweißaufsicht ist namentlich zu benennen.

Der AN beschreibt den Ablauf und die Prüfung von allen Arbeitsschritten auf der Baustelle:

- Nahtvorbereitung entlang von Stegen und an Rohren.
- Schutz vor Flugrost (Schutzlack?).
- Wann eine Kühlung beim Auftragschweißen nötig ist.
- Welche weiteren Maßnahmen trifft der AN und braucht der AN vom AG? Bitte so bald wie möglich schriftlich mitteilen und bei der Besichtigung vor Ort gemeinsam besprechen.
- Ab wann können Anker für das Feuerfest angeschweißt werden?

→ *Der Dokumentation beilegen: Datenblatt des überschweißbaren Schutzlackes, wenn dieser verwendet wird.*

## 3.2 Produktion und Vormontage in der Werkstatt

### 3.2.1 Freigabe der Produktion und Makroschliffe

Der AN informiert den AG spätestens 5 Wochen vor Beginn der Produktion und übergibt:

- Zeitplan der Produktion und Liefertermine.
- Die fertigen Zeichnungen der Vor- und Endmontage.
- Das möglichst endgültige Montagekonzept.
- Aus der angelaufenen Produktion werden möglichst schnell seitens des AN je ein Makroschliff des Cladding auf der Rohrwand (Querschliff) und auf den Einzelrohren (Längsschliff) geprüft, gemäß der Anforderungen an die Sichtprüfung VT im Kapitel "Qualität" - gemäß EN ISO 5817 bis zu 10-fache Vergrößerung.

→ *Der Dokumentation beilegen: Zeitplan und Zeichnungen der Vorfertigung, Prüfprotokolle der Makroschliffe.*

Der Start der Produktion, d.h. das erste Cladding auf Einzelrohren und Rohrwänden wird geprüft:

- Dabei werden Schweißproben des AN, die vor oder mit dem Angebot abgegeben wurden, mit der anlaufenden Produktion verglichen.
- Der AG behält sich vor die Produktion dann freizugeben, wenn das erste Cladding mit den Schweißproben übereinstimmt.

.

An diesem Termin sind vom AN zur Einsichtnahme vorzulegen:

- WPQR und WPS ohne Schwärzungen, sowie Zeugnisse aller Schutzgase für alle anzuwendenden Schweißverfahren.
- Zeugnisse des Schweißpersonals und der ZfP-Prüfer.
- Zeugnisse des Grundwerkstoffs: Rohrwände und Einzelrohre.
- Zeugnisse der Schweißzusatzwerkstoffe, die für das maschinelle Schweißen verwendet werden  
- nicht von allen Stäben für das WIG-Schweißen.

→ *Der Dokumentation beilegen: Zeugnisse der Schweißer und des Prüfpersonals (vertrauliche Daten geschwärzt), Zeugnisse des Grundwerkstoffs und des Schweißzusatzwerkstoffs für das Cladding.*

### **3.2.2 Laufende Produktion**

AG und AN, oder deren Vertreter, führen gemeinsam Prüfungen auf Basis der Schweißproben durch.

### **3.2.3 Abnahme der Produktion**

AG und AN, oder deren Vertreter, führen gemeinsam Prüfungen auf Basis der Schweißproben durch und bestätigen den Erfolg der Produktion des Cladding und der Vorfertigung der Bauteile.

Der AN hat diesen Termin so zu planen, dass genug Zeit für etwaige Nachbesserungen und eine termingerechte Lieferung vorhanden ist.

## **3.3 Baustelle**

### **3.3.1 Freigabe der Baustelle und Handfertigkeit der Schweißer (Druckteil und Cladding)**

Der AN informiert den AG spätestens 5 Wochen vor Beginn der Baustelle und übergibt den Zeitplan des Cladding und der Endabnahme.

Handfertigkeitssproben:

- Rohr-Rohr-Verbindungen: Je nachdem welche Schweißverbindung vom Lieferanten angeboten wird, ob mit V-Naht oder einem freien Ende des Grundwerkstoff (siehe Kapitel "Schweißverbindungen zwischen Rohren"), wird zuerst das Druckteil geschlossen und danach durch Cladding geschützt. Die Schweißer für das Druckteil sollen vor dem Schweißen im Kessel ihre Handfertigkeit zeigen. Dazu stellt der AN ein ausreichend großes Stück einer Rohrwand bereit und bringt es senkrecht vor dem Kessel oder im Kessel am Gerüst an. Jeder Schweißer schweißt einmal die in der WPQR/WPS festgelegte Schweißfolge, z.B. verbindet er ein Stück von einem Einzelrohr mit der Rohrwand. Die Bewertung erfolgt gemäß dem Kapitel "Qualität". Zudem

trennt der AN je Schweißer eine Schweißprobe im Querschnitt für eine visuelle Prüfung durch den AG.

- Steg-Steg-Verbindungen: Die Schweißer für das flächige, manuelle Cladding zeigen vor dem Kessel ihre Handfertigkeit auf einer Steg-Steg-Verbindung. Dazu stellt der AN ein ausreichend großes Stück einer Rohrwand mit einer Steg-Steg-Verbindung bereit und bringt es senkrecht vor dem Kessel oder im Kessel am Gerüst an. Der AN kann es mit Druckluft notdürftig kühlen. Jeder Schweißer schweißt einmal die in der WPQR/WPS festgelegte Schweißfolge zum Schutz der Montagestege auf einer Länge von ca. 200 mm. Die Bewertung erfolgt gemäß dem Kapitel "Qualität" - aufgrund der mangelnden Kühlung werden die Eisengehalte zu hoch sein, aber auch das ist seitens des AN auf der Baustelle zu prüfen. Zudem trennt der AN je Schweißer eine Schweißprobe im Längsschnitt für eine visuelle Prüfung durch den AG.

→ *Der Dokumentation beilegen: Zeichnungen der Endmontage.*

### **3.3.2 Laufende Baustelle**

AG und AN prüfen gemeinsam in Stichproben die Nahtvorbereitung, die Schweißverbindungen im Druckteil, das Cladding darauf etc.

### **3.3.3 Abnahme der Baustelle und Referenzflächen**

Der AG oder sein Vertreter prüft das Cladding gemäß der Spezifikation im Kapitel "Qualität".

Seitens des AG oder seinem Vertreter wird eine noch nicht festgelegte Anzahl an Referenzflächen festgelegt und dokumentiert. Unregelmäßigkeiten am Cladding, die über die Spezifikation der Qualität (nachfolgendes Kapitel) hinausgehen, müssen seitens des AN ohne zeitlichen Verzug und auf seine Kosten beseitigt werden.

Der AN ist angehalten die Prüfung und Dokumentation der Referenzflächen zu begleiten.

→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfungen des Cladding auf der Baustelle gemäß Kapitel "Qualität".*

## **4 Qualität im Werk und Kessel, maschinell und manuell**

### **4.1 Basis**

Das Cladding soll den Stand der Technik, die Empfehlungen des VdTÜV Merkblatts 1166:2019 und folgenden Eigenschaften erreichen.

Die nachfolgenden Anforderungen gelten für:

- Die Vorfertigung im Werk.
- Die Endmontage auf der Baustelle.
- Sowohl für maschinelles als auch manuelles Cladding, und für Cladding auf Schweißverbindungen.
- Der AG behält sich vor mehr als die nachfolgenden Stichproben für die Dokumentation zu prüfen oder von seinem Vertreter prüfen zu lassen.
- Dem AN sei dringend empfohlen laufend Stichproben zu prüfen, um so ggf. schleichende Abweichungen frühzeitig zu entdecken und zu korrigieren.

## 4.2 Grundwerkstoff

Es gelten die üblichen Anforderungen der DIN EN 12952. Die Prüfungen obliegen dem AN.

Dokumentation: Der AN übergibt die üblichen Dokumente, Materialzeugnisse etc.

## 4.3 Nahtvorbereitung

Die Nahtvorbereitung erfolgt durch Strahlen oder Schleifen. Die Rauigkeit beeinflusst die Qualität des Nahtbildes und der Eisenaufmischung. Die Qualität und Prüfung der Nahtvorbereitung obliegt dem AN.

## 4.4 Schweißzusatzwerkstoffe

Cladding mit Alloy 625 der Werkstoffnummer 2.4831, sog. "Inconel":

- Schweißzusatz: S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) nach EN ISO18274
- Fe-Gehalt in den Schweißzusatzwerkstoffen <0,5%

## 4.5 Schweißfolge (WPS)

Mit der Abgabe der Schweißproben und der zugehörigen Dokumente (WPQR/WPS) legt sich der AN auf eine ein- oder mehrlagige Schweißfolge fest.

Abweichungen von der Schweißfolge sind dem AG zeitnah zu melden und gemeinsam zu besprechen. Danach werden sie vom AG schriftlich freigegeben.

Das gilt insbesondere für die WPS während der Montage auf der Baustelle.

## 4.6 Schutzgase

Der AN hat dem AG mitzuteilen, mit welchen Schutzgasen er schweißt:

- Für die einzelnen Schweißverfahren in der Werkstatt. Die Eignung stellt der AG anhand der Schweißproben fest.
- Für die einzelnen Schweißverfahren bei der Endmontage des Kessels.

→ *Der Dokumentation beilegen: Datenblätter der verwendeten Schutzgase.*

## 4.7 Kühlung

Das Kühlen entspricht es dem Stand der Technik basierend auf dem VdTÜV Merkblatt 1166:2019 im §3.3.1.

Die Kühlung verringert den Verzug der Rohrwände und Einzelrohre. Das verbessert die Maßhaltigkeit. Deshalb wird eine bessere Qualität bei der Vormontage in der Werkstatt und Endmontage im Kessel erwartet.

Der AN hat dem AG zeitnah mitzuteilen, wann er eine Kühlung auf der Baustelle benötigt.

## 4.8 Schichtdicke

Es gilt:

- Schichtdicke  $\geq 2,0$  mm mit der Toleranz  $+2,0$  mm /  $-0,0$  mm.
- Die Positionen der zu prüfenden Messpunkte werden auf den Schweißproben festgelegt und vom AN übernommen. Diese werden entlang der Nahtübergänge liegen - der AG wird das besonders berücksichtigen.

- Die Mindestschichtdicke gilt auch für Rohrbögen nach dem Biegen, für die Verschwächung in der Zugzone.
- Prüfverfahren: Mit der magnetinduktiven Messsonde der Firma Fischer Messtechnik. Andere Messgeräte sind nicht akzeptabel.
- Es gilt der angezeigte Messwert ohne Diskussion von möglichen Messtoleranzen. Messungen in den Kehlen zwischen Rohren und Stegen oder auf Schweißverbindungen sind zu ungenau.
- Der AG erwartet vom AN und seinem Personal einen selbstkritischen Blick auf mögliche Schwachstellen während der Produktion und deshalb deren laufende Prüfung.
- Schlussdokumentation: 4 Messstellen pro Quadratmeter.
- Sollte der AN mit anderen Schichtdicken schweißen (z.B. 1 mm Schichtdicke), so müssen die Toleranzen vor der Auftragsvergabe gemeinsam von AG und AN festgelegt werden.

→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfprotokolle der Schichtdicken.*

#### 4.9 Eisengehalt

Es gilt:

- Maschinelles Auftragschweißen im Werk und auf der Baustelle:  $\leq 5$  Gew.-%
- Manuelles Auftragschweißen im Werk und auf der Baustelle:  $\leq 8$  Gew.-%
- Manuelles Auftragschweißen der Decklagen auf Schweißverbindungen mit WIG:  $\leq 12$  Gew.-%
- Sonstige Positionen: Der AN hat dem AG vor Auftragsvergabe vorzulegen, wenn er mit abweichenden Gehalten an Eisen in Zwangslagen rechnet (PA, PE etc.).
- Die Positionen der zu prüfenden Messpunkte werden auf den Schweißproben festgelegt und vom AN übernommen.
- Prüfverfahren: Spektralanalyse mit kalibriertem Messgerät, z.B. mittels portablem Röntgenfluoreszenzanalysator.
- Der AG erwartet vom AN und seinem Personal einen selbstkritischen Blick auf mögliche Schwachstellen während der Produktion und deshalb deren laufende Prüfung.
- Schlussdokumentation: 4 Messstellen pro Quadratmeter auf Rohrwand und Einzelrohren, sowie von den WIG-Schweißverbindungen 10% je Schweißer wie bei der RT-Prüfung am Druckteil.
- Sollte der AN mit anderen Schichtdicken schweißen (z.B. 1 mm Schichtdicke), so müssen die Toleranzen vor der Auftragsvergabe gemeinsam von AG und AN festgelegt werden.

→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfprotokolle der Eisengehalte.*

#### 4.10 Farbeindringprüfung

Noch steht nicht fest, wie die einzelnen Teile in der Werkstatt vormontiert und im Kessel endmontiert werden. Zwischen AG und AN muss nach Vorlage der Zeichnungen gemeinsam ein Schema vereinbart werden.

Ein möglicher Vorschlag ist:

- Maschinelles Auftragschweißen im Werk und auf der Baustelle: 2% der Fläche.
- Manuelles Auftragschweißen im Werk und auf der Baustelle: 2%.
- Manuelles Umschmelzen mit WIG an Start und Stopp der Schweißraupen für einen nicht schroffen, kerbfreien Übergang: 2%.
- Schweißverbindungen zwischen Rohren: 10%.
- Auftragschweißungen auf Rohrbiegungen: 100%.

→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfprotokolle der PT-Prüfungen.*

#### 4.11 Laufende VT auf 100% der Fläche

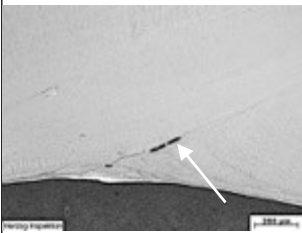
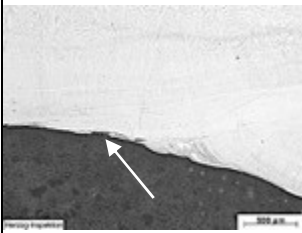
EN ISO 5817 ist die Basis der Bewertung von Unregelmäßigkeiten Schweißnähten. Aus dieser Spezifikation gelten die Grenzwerte der Bewertungsgruppe B für Schweißnähte in korrosiver Umgebung.

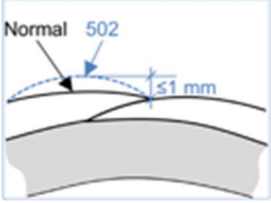
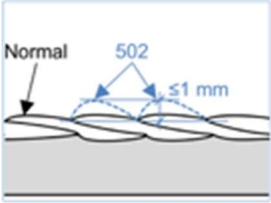
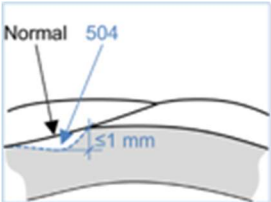
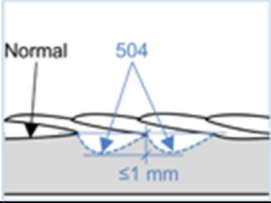
Makroschliffe werden gemäß EN ISO 5817 mit bis zu 10-facher Vergrößerung beurteilt.

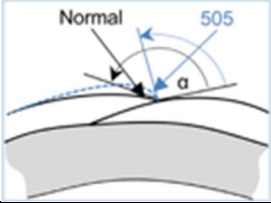
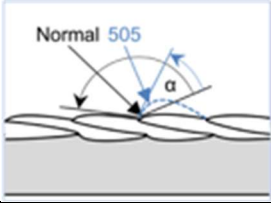
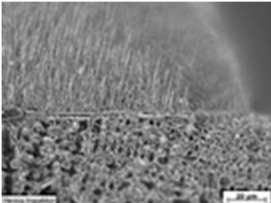
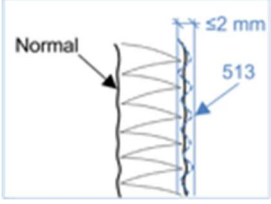
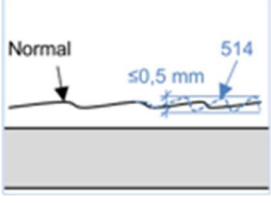
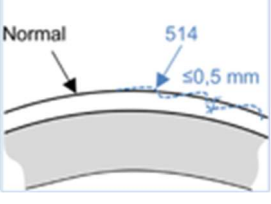
EN ISO 5817 und EN ISO 6520-1 gelten für Schweißverbindungen in Form von Stumpf- und Kehlnähten. Deshalb müssen die Form- und Maßabweichungen der Gruppe 5 an die Geometrien von Auftragschweißungen auf Rohrwänden und Einzelrohren angepasst werden. Diese Anpassung ist in nachfolgender Tabelle gelistet. Unregelmäßigkeiten und Fehler der Gruppen 1, 2, 3, 4 und 6 können aus EN ISO 6520-1 und 5817 übernommen werden, mit Ausnahme der Bindefehler:

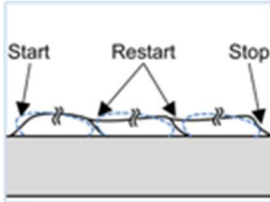
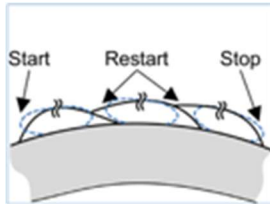
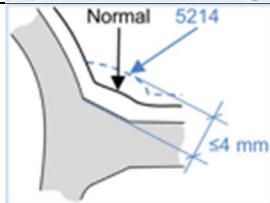
→ *Der Dokumentation beilegen: Prüfprotokolle der erfolgten VT-Prüfungen.*

| Ord-<br>nungs-<br>nr. | Unregelmäßigkeit<br>Benennung        | Grenzwert gemäß<br>EN ISO 5817<br>Bewertungsgruppe<br>B | Auf<br>Oberfläche/<br>im<br>Makroschliff<br>prüfen | Spezifikation für das<br>Cladding des Kessel<br>2                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100                   | Risse                                | Nicht zulässig                                          | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                  | Nicht zulässig                                                                                                                                                                                                                          |
| 200                   | Hohlräume                            | -                                                       | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                  | Vereinzelte kleine<br>Hohlräume in Form<br>von Poren sind beim<br>Auftragschweißen<br>unvermeidbare<br>Unregelmäßigkeiten<br>=> Zulässig                                                                                                |
| 2011                  | Pore, kugelförmiger<br>Gaseinschluss | Nach EN ISO erfolgt<br>die Prüfung durch<br>Röntgen.    | Makroschliff                                       | Abweichend von der<br>Röntgenprüfung einen<br>Makroschliff prüfen:<br><br>a1) Fläche einzelner<br>oder mehrerer Poren:<br>Einlagig $\leq 1\%$<br>Mehrlagig $\leq 2\%$<br><br>b) Größtmaß einzelner<br>Poren $\leq 0,2x$<br>Schichtdicke |
| 2017                  | Oberflächenpore                      | Nicht zulässig                                          | Oberfläche                                         | Die Tiefe darf die<br>Mindestanforderung<br>an die Schichtdicke<br>nicht unterschreiten                                                                                                                                                 |

| Ord-<br>nungs-<br>nr. | Unregelmäßigkeit<br>Benennung                                                                            | Grenzwert gemäß<br>EN ISO 5817<br>Bewertungsgruppe<br>B                                                   | Auf<br>Oberfläche/<br>im<br>Makroschliff<br>prüfen | Spezifikation für das<br>Cladding des Kessel<br>2                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2025                  | Offener<br>Endkraterlunker                                                                               | Nicht zulässig                                                                                            | Oberfläche                                         | Nicht zulässig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 300<br>301<br>303     | Fester Einschluss<br>Schlackeneinschluss<br>Oxideinschluss                                               | Dicke $\leq 0,2x$<br>Schichtdicke, aber<br>max. 2 mm<br><br>Länge $\leq$ Schichtdicke,<br>aber max. 25 mm | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                  | Auf der Oberfläche ist<br>je nach Schutzgas<br>eine wenige bis<br>mehrere Mikrometer<br>dicke Oxidhaut<br>vorhanden, die<br>erfahrungsgemäß<br>eher schützend wirkt<br>=> Zulässig.<br><br>Im Makroschliff sind,<br>je nach<br>Nahtvorbereitung,<br>Oxidschichten an der<br>Wurzel möglich =><br>Bindefehler gemäß<br>Ordnungsnr. 4013<br>prüfen.           |
| 400                   | Bindefehler                                                                                              | -                                                                                                         | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                  | VdTÜV Merkblatt<br>1166 erlaubt:<br>Bindefehler sind nur<br>bis zu einer<br>Größenordnung von<br>50 mm <sup>2</sup> je Fehlstelle<br>zulässig, und dürfen<br>1% (100 cm <sup>2</sup> je m <sup>2</sup><br>Auftragschweißung)<br>nicht überschreiten.<br>=> Röntgenprüfung<br>nötig, wenn in einem<br>Makroschliff<br>systematische Fehler<br>sichtbar sind. |
| 4012                  | Lagenbindefehler<br>  | Nicht zulässig                                                                                            | Makroschliff                                       | Zusätzlich gilt:<br>Bindefehler können<br>vereinzelt am<br>Übergang von der<br>Wurzel zwischen die<br>Raupen hinein                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4013                  | Wurzelbindefehler<br> | Nicht zulässig                                                                                            | Makroschliff                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Ord-<br>nungs-<br>nr.      | Unregelmäßigkeit<br>Benennung                                                                                | Grenzwert gemäß<br>EN ISO 5817<br>Bewertungsgruppe<br>B | Auf<br>Oberfläche/<br>im<br>Makroschliff<br>prüfen | Spezifikation für das<br>Cladding des Kessel<br>2                                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                                                                              |                                                         |                                                    | auftreten => zulässig.<br><br>Treten sie<br>systematisch auf =><br>Nicht zulässig.                                             |
| 500                        | Form- und Maßabweichungen                                                                                    |                                                         |                                                    |                                                                                                                                |
| 502 auf<br>Rohr-<br>wand   | Zu große<br>Nahtüberhöhung                                                                                   | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche                                         |                                             |
| 502 auf<br>Einzel-<br>rohr | Zu große<br>Nahtüberhöhung                                                                                   | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche                                         |                                            |
| 504 auf<br>Rohr-<br>wand   | Zu große<br>Wurzelüberhöhung:<br>5041 = Lokal<br>5042 = Kontinuierlich<br>5043 = Zu große<br>Durchschmelzung | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Makroschliff                                       | Einbrand in den<br>Grundwerkstoff<br><br> |
| 504 auf<br>Einzel-<br>rohr | Zu große<br>Wurzelüberhöhung:<br>5041 = Lokal<br>5042 = Kontinuierlich<br>5043 = Zu große<br>Durchschmelzung | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Makroschliff                                       | Einbrand in den<br>Grundwerkstoff<br><br> |

| Ord-<br>nungs-<br>nr.                                  | Unregelmäßigkeit<br>Benennung         | Grenzwert gemäß<br>EN ISO 5817<br>Bewertungsgruppe<br>B | Auf<br>Oberfläche/<br>im<br>Makroschliff<br>prüfen           | Spezifikation für das<br>Cladding des Kessel<br>2                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5051<br>auf<br>Rohr-<br>wand                           | Fehlerhafter<br>Nahtübergangswinkel   | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Makroschliff                                                 | Winkel $\geq 150^\circ$ auf dem<br>Rohr und $\geq 110^\circ$ in den<br>Kehlen<br> |
| 5051<br>auf<br>Einzel-<br>rohr                         | Fehlerhafter<br>Nahtübergangswinkel   | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Makroschliff                                                 | Winkel $\geq 150^\circ$<br>                                                      |
| 5061<br>auf<br>Rohr-<br>wand<br>und<br>Einzel-<br>rohr | Schweißgutüberlauf<br>an der Decklage | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche:<br>PT-Prüfung<br><br>Makroschliff:<br>siehe Foto | Nicht zulässig<br>                                                              |
| 513 auf<br>Rohr-<br>wand<br>und<br>Einzel-<br>rohr     | Unregelmäßige<br>Nahtbreite           | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche                                                   |                                                                                 |
| 514 auf<br>Rohr-<br>wand                               | Unregelmäßige<br>Nahtzeichnung        | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche                                                   |                                                                                 |
| 514 auf<br>Einzel-<br>rohr                             | Unregelmäßige<br>Nahtzeichnung        | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                  | Oberfläche                                                   |                                                                                 |

| Ord-<br>nungs-<br>nr.        | Unregelmäßigkeit<br>Benennung | Grenzwert gemäß<br>EN ISO 5817<br>Bewertungsgruppe<br>B                                         | Auf<br>Oberfläche/<br>im<br>Makroschliff<br>prüfen                                                                        | Spezifikation für das<br>Cladding des Kessel<br>2                                                                                                                                                          |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 517 auf<br>Rohr-<br>wand     | Ansatzfehler                  | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten:<br>- Ansatzfehler<br>- Neustartfehler<br>- Absetzfehler | Oberfläche:<br>PT-Prüfung                                                                                                 | Nicht zulässig<br>                                                                                                      |
| 517 auf<br>Einzel-<br>rohr   | Ansatzfehler                  | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten:<br>- Ansatzfehler<br>- Neustartfehler<br>- Absetzfehler | Oberfläche:<br>PT-Prüfung                                                                                                 | Nicht zulässig<br>                                                                                                      |
| 5214<br>auf<br>Rohr-<br>wand | Zu große<br>Kehlnahtdicke     | Abweichend von EN<br>ISO 5817 bewerten                                                          | Makroschliff,<br>nicht magnet-<br>induktiv auf<br>der<br>Oberfläche<br>messen (zu<br>große<br>Messtoleranz<br>en möglich) | <br>Nicht auf Einzelrohren                                                                                             |
| 600                          | Sonstige                      | Gemäß EN ISO 6520-<br>1 prüfen                                                                  | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                                                                                         | -                                                                                                                                                                                                          |
| 601                          | Zündstelle                    | Nicht zulässig                                                                                  | Oberfläche                                                                                                                | -                                                                                                                                                                                                          |
| 602                          | Schweißspritzer               | Die Zulässigkeit hängt<br>von der Anwendung<br>ab, z. B. Werkstoff,<br>Korrosionsschutz.        | Oberfläche<br>und<br>Makroschliff                                                                                         | Sind beim Schweißen<br>im Kessel oft nicht<br>vermeidbar und haben<br>bisher zu keinen<br>bekannten Schäden<br>(Korrosion oder Risse)<br>geführt.<br><br>In der Werkstatt:<br>Sollten vermieden<br>werden. |

#### 4.12 Röntgenprüfung am Druckteil

Noch steht nicht fest, wie die einzelnen Teile in der Werkstatt vormontiert und im Kessel endmontiert werden. Zwischen AG und AN muss nach Vorlage der Zeichnungen gemeinsam ein Schema vereinbart werden.

Ein möglicher Vorschlag für **Schweißverbindungen im Werk und im Kessel: 10% der Nähte**, wobei **alle eingesetzten Schweißer erfasst werden** - in möglichst gleicher Häufigkeit.

#### 4.13 Nachbesserungen

Der AN bessert Unregelmäßigkeiten selbstständig nach.

Werden seitens des AG und seines Vertreters weitere Unregelmäßigkeiten gefunden, werden auch diese seitens des AN nachgebessert.

Punktuelle Unregelmäßigkeiten, die nicht die Gebrauchstauglichkeit des Cladding im Sinne der EN ISO 5817 beeinflussen, können nach Absprache mit dem AG oder dessen Vertreter belassen werden - das können auch punktförmige Unterschreitungen der Schichtdicken sein.

Systematische Unregelmäßigkeiten sind nach EN ISO 5817 nicht zulässig und müssen nachgebessert werden. Der AN hat diese dem AG zeitnah anzuzeigen, sowie ein Konzept zur systematischen Prüfung und Nachbesserung vorzulegen und schriftlich bestätigen zu lassen.

### 5 Dokumentation

→ *Der Umfang der vorzulegenden Dokumente ist in den vorigen Kapiteln durch blaue Kursivschrift hervorgehoben.*