

Optimale Havariebeseitigung durch Sondertechnologie

Von Heinz Maaß, Werner Bonitz und Martin Möser

(ZIS-Mitteilungen 24 [1982] H. 8, S. 842-847)

Die konstruktiv unzulässige Anordnung einer Tragpratze mit Kehlnahtausläufen auf Mitte Längsnaht im Rohr führte zu Rissbildung und Gasaustritt. Entgegen der herkömmlichen Technologie wurde der Schadbereich herausgebohrt und ein Blindstutzen aufgeschweißt mit hohem volkswirtschaftlichem Nutzen.

1. Sachverhalt

Die CH₄-Warnanlage zeigte Gasaustritt in der Verdichterkabine 2 an. Die anschließende Untersuchung ergab, dass das Gas an einem Riss austrat, der sich in der Rohrwandung an der Stelle gebildet hatte, wo der Steg einer Tragpratze auf der Längsnaht endete und ungenügend umschweißt war (Abb. 1 und 2). Die Havariebearbeitung übernahm eine sofort gebildete Sonderkommission.

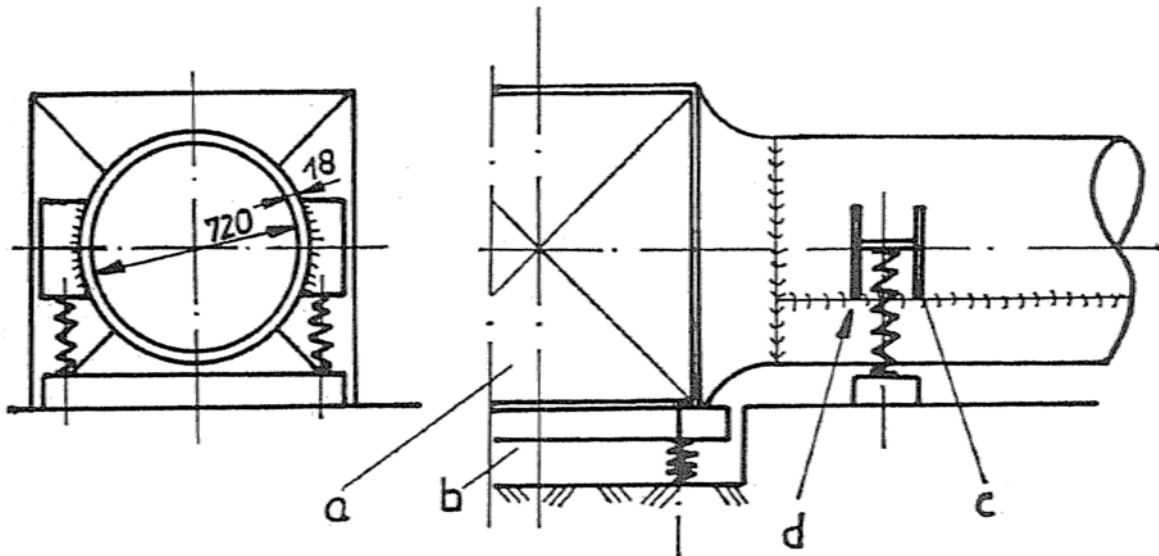


Abb. 1: Turbo-Gasverdichter mit anschließender Druckleitung NW 700, St 52-3 (Import) und Schadstelle (schemat.)

a Turbo-Gasverdichter, b Schwingfundament, c Pratze mit Federlager, Montagehilfe, d Riss und Gasaustritt

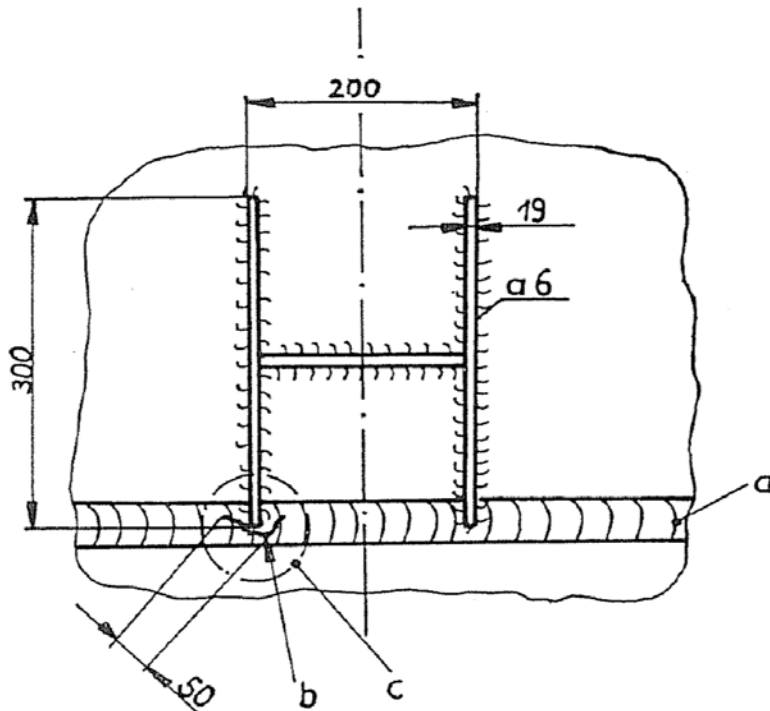


Abb. 2:

Einzelheit Schadstelle
 a Längsnaht – Rohr,
 b Riss und Gasaustritt,
 c herausgebohrter
 Rissbereich

2. Aufgabenstellung

- 2.1. Vorrang hatte die Aufgabe, das Objekt in kürzester Zeit betriebssicher instand zu setzen und weiter zu betreiben.
- 2.2. Untersuchung der Schadstelle zur Ursachenermittlung der Rissbildung und entsprechende Maßnahmen gegen den Wiederholungsfall.

3. Bauteildaten (Abb. 1 und 2)

4. Instandsetzung

Erste Vorstellungen gingen davon aus, eine Rohrlänge \approx Rohrdurchmesser mit der Schadstelle herauszutrennen und ein entsprechendes Pass-Stück einzuschweißen. Bei dieser Lösung waren durch Leitungsabmessung, Leitungsführung und Lagerkräfte erhebliche Schwierigkeiten zu erwarten, wie auch die Bauteildaten unschwer erkennen lassen.

Die sonst übliche Methode – Rissenden abbohren, ausfugen, schweißen – schied aus. Der örtliche Wärmeeintrag und das relativ große Nahtvolumen hätte hohe Eigenspannungen zur Folge, die einen erneuten Risseintritt befürchten ließen.

Der ZIS-Vorschlag ging davon aus, die genau lokalisierte Schadstelle örtlich zu entfernen und die entstehende Öffnung mit einem Blindstutzen zu verschließen. Artähnliche Lösungen [1, 2] hatten sich erfolgreich bewährt. Begünstigt wurde dieser Vorschlag durch den Umstand, dass die Tragpratte eine

zusätzliche und nachträgliche Montagehilfe war, die für den eigentlichen Leitungsbetrieb nicht notwendig war. Sie wurde deshalb abgetrennt, die Trennstellen bis auf die Rohrwandung blecheben beschliffen und zur weiteren Bearbeitung erst freigegeben, nachdem die US-Prüfung außer den bereits sichtbaren Rissen keine weiteren Fehlstellen anzeigte. Danach wurde der Rissbereich scheibenförmig mit einem Durchmesser von etwa 120 mm ausgebohrt, der Lochrand auf 140 mm \varnothing weiter bearbeitet und der Stutzen nach Abb. 3 aufgeschweißt.

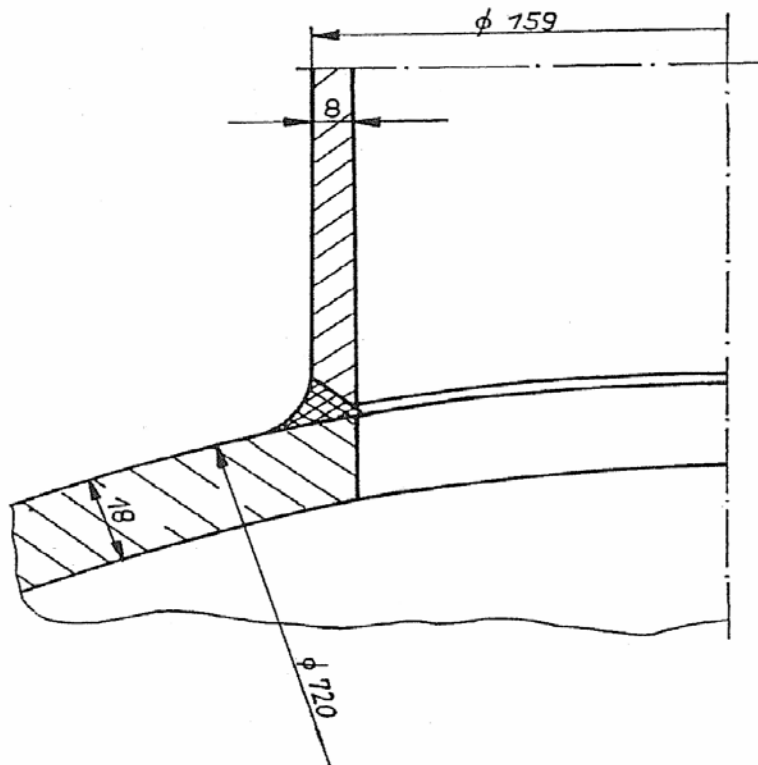


Abb. 3:

Blindstutzen NW 150,
H 52-3 (Pratze abgetrennt,
blecheben beschliffen)

Die Ausführung in dieser Form war notwendig, um den Forderungen der Konstruktions-Richtlinie 2049/81 des Staatlichen Amtes für Technische Überwachung für den Stahl H-52 zu entsprechen sowie dem Blatt 052 des Konstruktionskataloges BKS [3]. Ebenso wurde der zugehörige rechnerische Nachweis als unverstärkter Stutzen nach den geltenden Vorschriften geführt und alle technologischen Einzelheiten eingehalten nach den entsprechenden Vereinbarungen mit TÜ.

5. Schadstellenuntersuchung und –auswertung

Nachdem die Kehlnähte von der Pratze an der Schadstelle abgeschliffen waren, zeigte es sich, dass insgesamt 3 Risse von außen in die Rohrwandung einliefen. Der linke (A, Verdichterseite) überlappt den mittigen Riss B, geht über die ganze Wanddicke und führte zum Gasaustritt. Um die Bruchflächen der Rasterelektronenmikroskopie (REM) zugänglich zu machen, wurde das herausgebohrte Wandungsteil in Richtung der Rissausläufe zusätzlich gekerbt und anschließend zerrissen.

In Abb. 4 sind die 3 Einzelrisse A, B und C zu erkennen, Rastlinien und speziell bei A sieben Bereiche (Betriebszyklen). Der Riss ist in Rohrlängsachse orientiert und die Folge hochfrequenter Innendruckschwankungen.

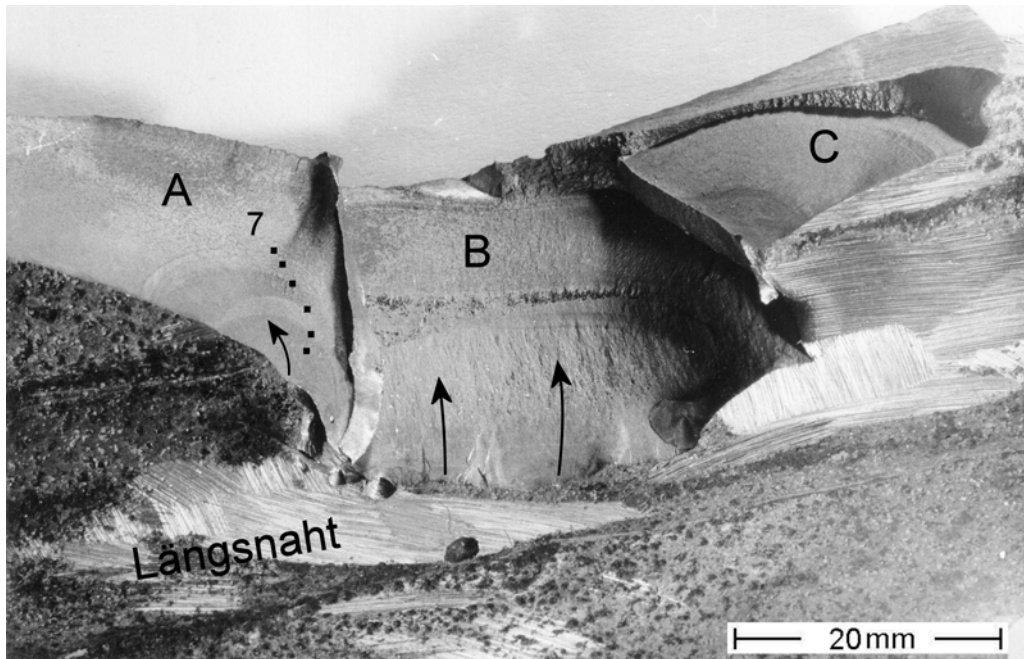


Abb. 4: Bruchfläche mit 3 von außen einlaufenden Einzelrissen A, B und C deutlich sichtbaren Rastlinien. 1 bis 7: „Fahrten“ auf Bruchfläche A

Die REM-Aufnahme (Abb. 5) zeigt schmale, die Rissausbreitungsrichtung angegebende Bruchbahnen, jedoch **ohne** die sog. Schwingungsstreifen, die sonst den Rissfortschritt pro Lastwechsel markieren. Schwingungsstreifen bilden sich aus, wenn der Rissfortschritt größer als ungefähr $0,2 \mu\text{m}$ pro Lastwechsel liegt, das ist beim vorliegenden Teil nicht der Fall. (Vergleichsweise dazu Abb. 6). Die Pfeile in den Abbildungen kennzeichnen jeweils die Rissausbreitungsrichtung.

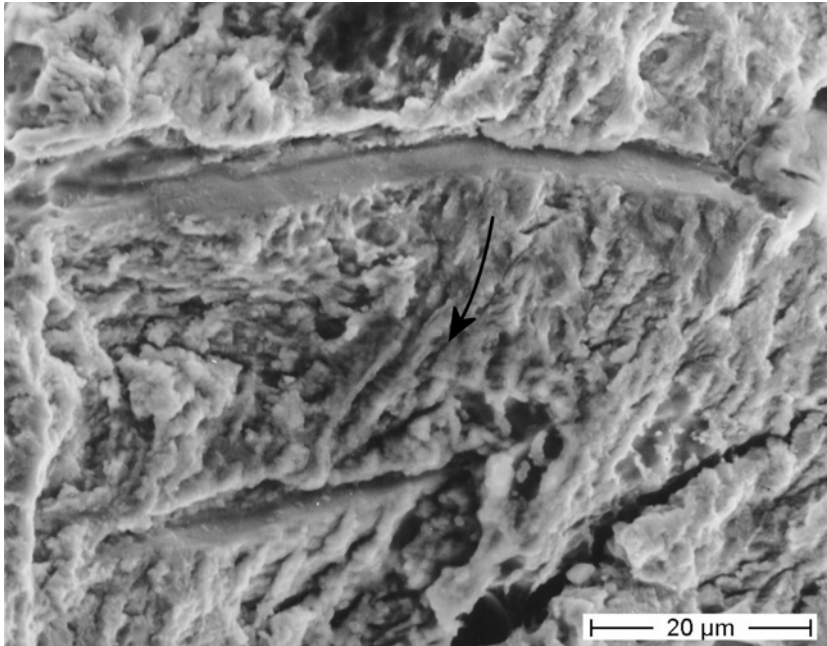
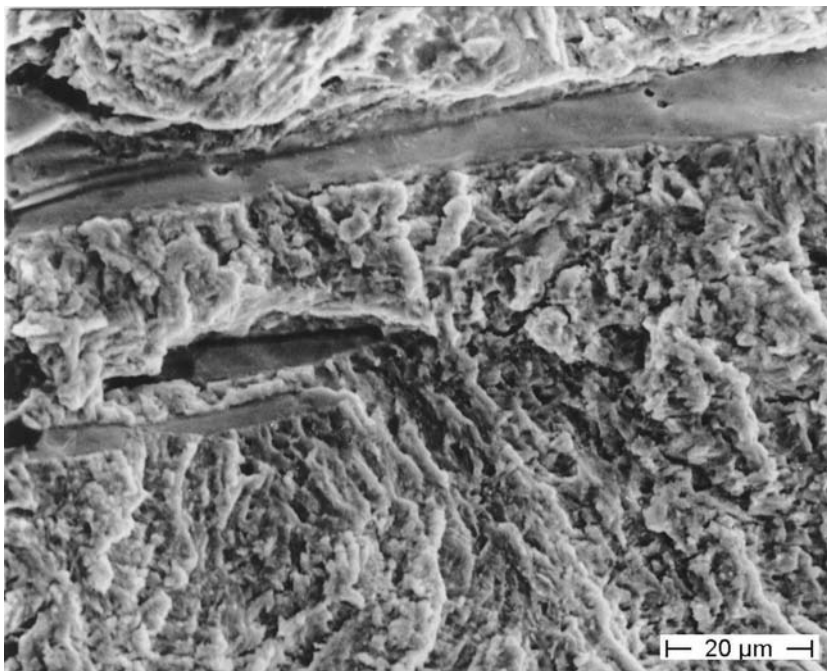


Abb. 5:
REM-Aufnahmen aus
Rissfläche A mit
Bruchbahnen, die
teilweise an
flachgewalzten
Sulfideinschlüssen
enden und hinter ihnen
neu starten, d. h., der
Rissfortschritt lag
wesentlich unter
0,2 μm pro
Lastwechsel



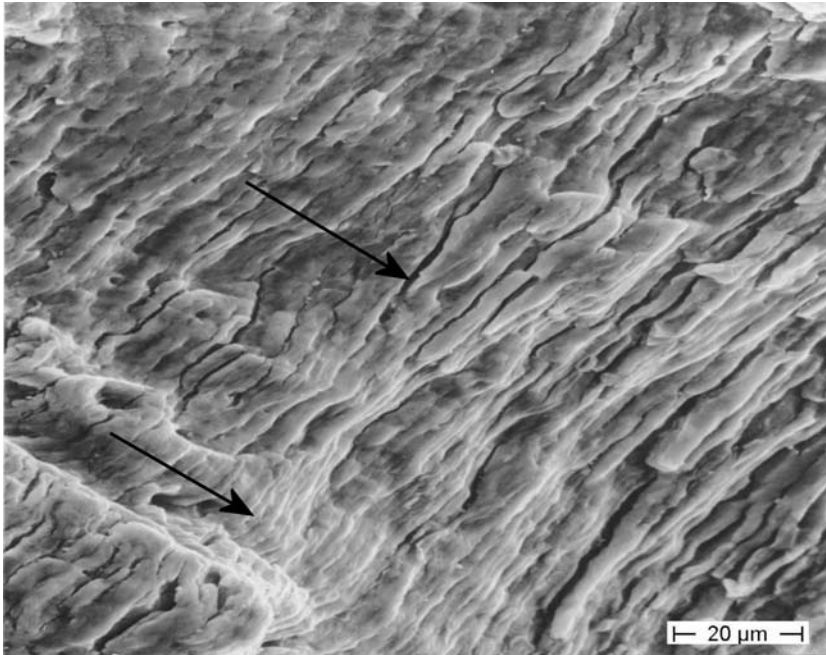


Abb. 6:
Knochenplatte aus
CrNiMo-Stahl mit
ausgeprägten
Schwingungsstreifen
(zum Vergl. mit Abb. 5)
Rissfortschritt 2 µm pro
Lastwechsel

Die mangelhafte Kehlnahtschweißung, ihre konstruktiv unzulässige Anordnung – Stege auf Mitte Längsnaht endend und damit verbundene hohe Spannungskonzentration – sowie örtliche Aufhärtung sind als geometrische und metallurgische Kerben anzusehen, die in Verbindung mit Betriebszyklen/ hochfrequenten Innendruckschwankungen Bruch Eintritt und -fortschritt verursachten.

6. Zusammenfassung

Eine Gasrohrleitung wurde undicht. Als Rissursache sind geometrische und metallurgische Kerben anzusehen, die durch mangelhafte Kehlnahtschweißung an einer Tragpratze entstanden, deren Nahtausläufe konstruktiv unzulässig auf Mitte Längsnaht im Rohr endeten (Spannungskonzentration) sowie örtliche Aufhärtung, die in Verbindung mit Betriebszyklen/hochfrequenten Innendruckschwankungen Rissbildung und -fortschritt auslösten. Statt der Erneuerung dieses Leitungsteiles wurde der Rissbereich herausgebohrt und ein Blindstutzen eingeschweißt. Gegenüber der herkömmlichen Technologie wurden damit nachweislich 170 000 M eingespart.

Literatur

- [1] Maaß, H.; Frey, G.: Fehlstellenbeseitigung an einem Hochdruckgefäß. ZIS-Mitteilungen, Halle **16** (1974) 8, S. 1048-1051
- [2] ZIS-Prüfbericht 402/091/81 (unveröffentlicht)
- [3] Konstruktionskatalog BKS, herausgegeben vom VEB Komplete Chemieanlagen Dresden