

JOIN B8: Alternative, hochvakuumdichte Löt- verbindungstechniken für H₂- führende Rohrleitungs- systeme für Temperaturbedingungen bis -253 °C

Autoren: Franz Hofmeister (Magna Steyr), Rudolf Vallant (IWS), Heinz Basalka (SZA)

Projektdefinition

Wasserstoff als Antriebsmittel ist als Zukunftstechnologie hochinteressant. Einer der wichtigsten Einsatzbereiche ist die Automobilindustrie. Derzeit werden für das Speichern von Wasserstoff zwei unterschiedliche Technologien verfolgt:

- Flüssigtanks mit ca. 11 bar und -253°C
- Hochdrucktanks von -40 bis 100°C und 700 bar.

Der Hochdrucktank ist ein Konstruktion aus GFK Materialien in geschraubter Ausführung und für die Fügechnik nicht interessant.

Der Flüssigtank wird derzeit in geschweißter Ausführung aus nichtrostendem Stahl hergestellt. Diese Ausführung weist einige Nachteile auf:

- Vor allem die schwierige Zugänglichkeit beim Schweißen (es sind erfahrene Schweißer erforderlich),
- kaum Automatisierungsmöglichkeiten, dadurch teuer
- hohes Gewicht



Bild 1: Sinnbild Wasserstoffantrieb

Technische Ziele

- Recherche nach alternativen Füge Techniken zur herkömmlichen Schweißtechnik
- Entwicklung von Lötverbindungen, die für den Einsatzzweck bei kryogenen Rohrleitungssystemen geeignet sind
- Erwirken einer offiziellen Zulassung für die Lötverbindung für kryogene Rohrleitungssysteme

Projektdurchführung

In diesem Projekt werden alternative Füge Techniken zur herkömmlichen Schweißtechnik WIG-Stahl/Stahl wie z.B. Friction Stir Welding oder Löten untersucht.

Lötverbindungen aus Stahl/Stahl, Stahl/Aluminium, Stahl/Keramik und Aluminium/Keramik hergestellt, untersucht und optimiert, bis sie für den genannten Einsatzzweck geeignet sind.

Dazu ist das Projekt in drei Stufen gegliedert:

1. Stufe: Grundlagenuntersuchung an derzeit verfügbaren alternativen Füge Techniken
2. Stufe: Weiterentwicklung der Lötverbindungen und der sonstigen Möglichkeiten
3. Stufe: Seriennahe Optimierungen

Erarbeitete Verbindungsvarianten

Verbindung Keramik – 1.4306

Variante 1: Metallisierung der ZrO₂ – Fügeoberfläche, Anschließend Löten mit A 308 (AG 401) oder A 342 (PD 105). Beide Lote sind tieftemperaturbeständig und vakuumtauglich.

Variante 2: Aktivlötprozess mit Legierung Silber – Kupfer (Titan)

Verbindung Keramik – Aluminium

Variante 1: Aufbringen von metallischen Beschichtungen: Keramik – Verkupfern
Diffusionslöten unter Schutzgas oder Vakuum (kleiner Lötspalt)

Variante 2: Aufbringen einer Kupferschicht auf die Keramik, Lötverbindung herstellen mit A 407 L (AL 104)

Variante 3: Nutzung des Aluminium-Grundwerkstoffes als Lot. Direkte Benetzung Aluminium an Keramik. Enges Prozessfenster. Lötung erfolgt durch Diffusionslöten im Vakuum.

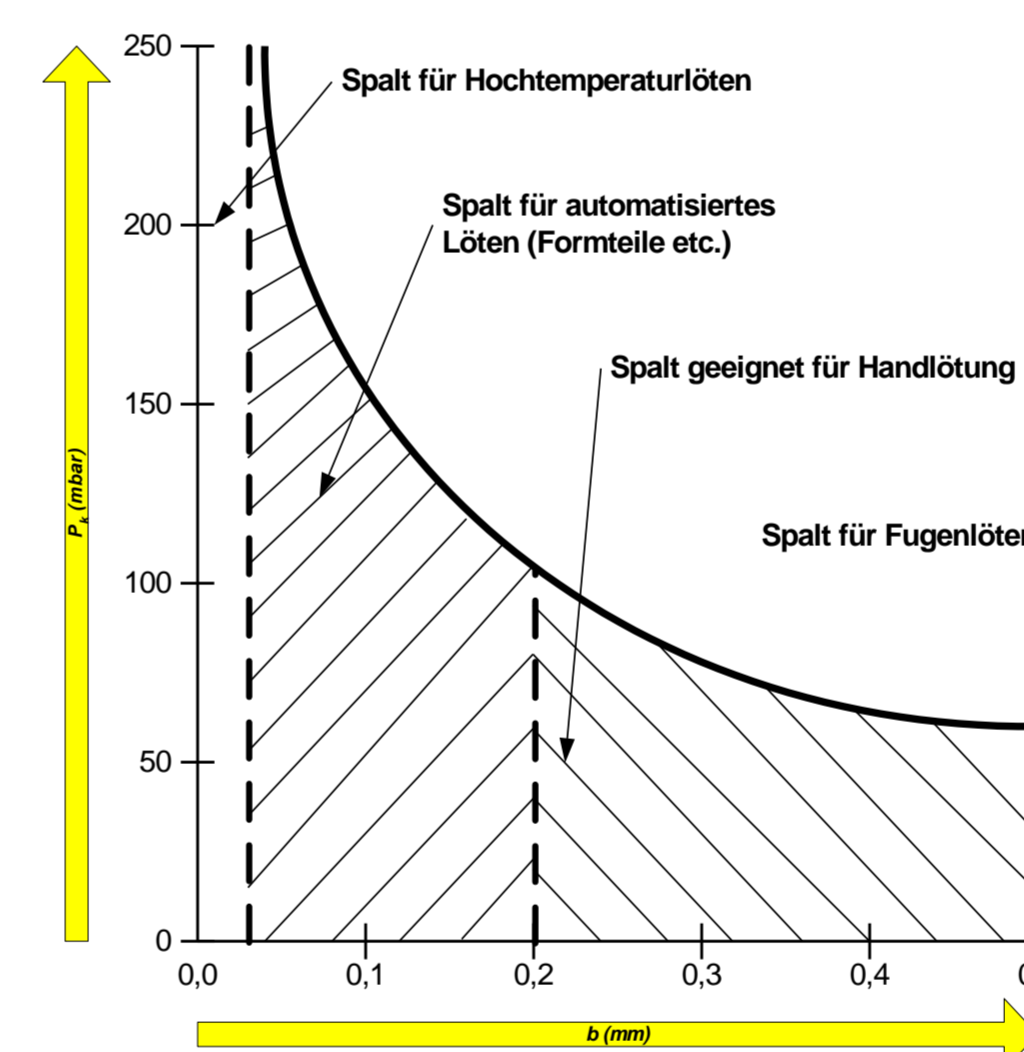
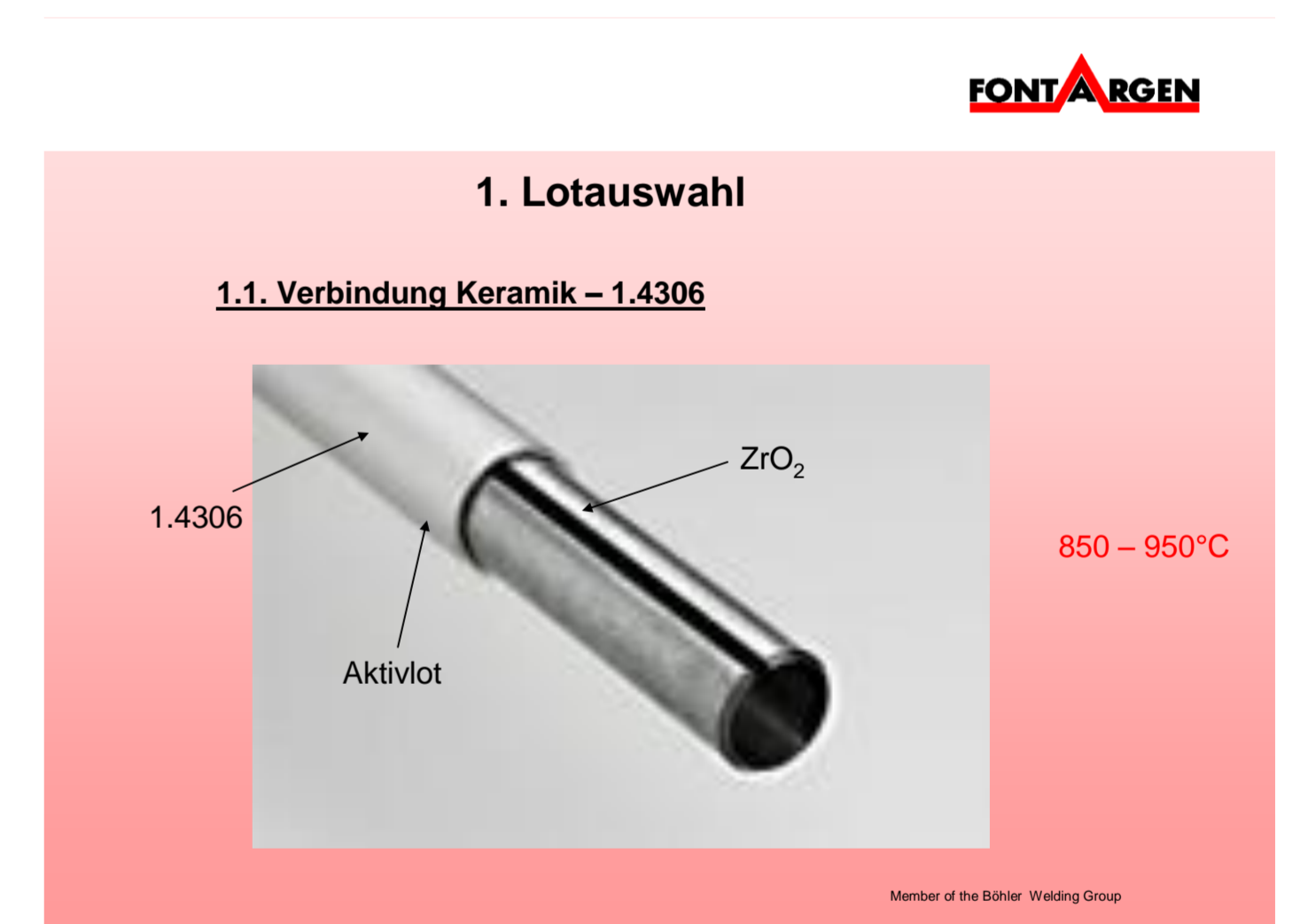


Bild 2: Prozessfenster und Geometriegestaltung



FEM Unterstützung

Um die Beanspruchungen der verschiedenen Materialien bei Temperaturen von 800°C bis -250°C zu beurteilen werden mittels FEM- Programmen die Lötverbindungen simuliert.

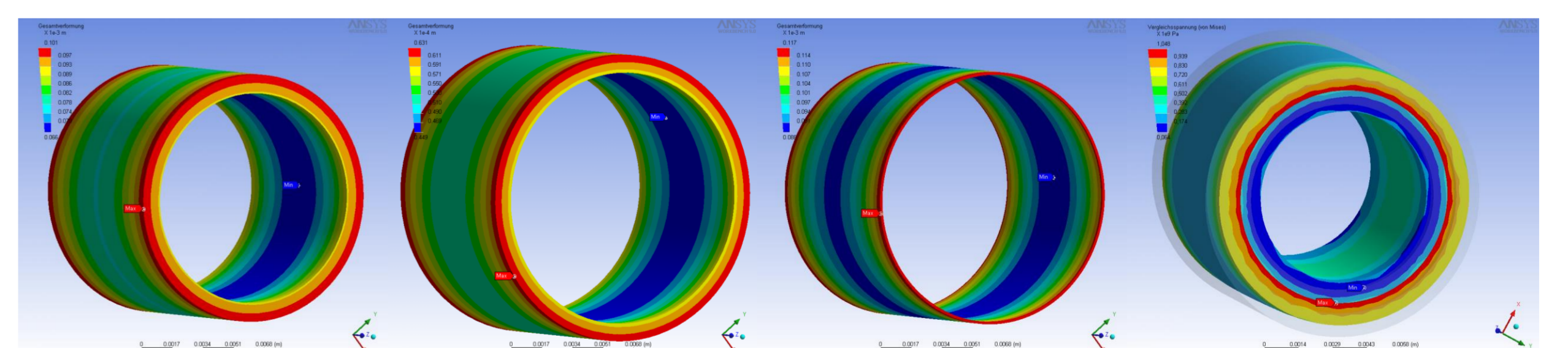


Bild 3: Thermische Dimensionsänderungen und Hauptspannungen im Bauteil

Ausblick

Um das Verhalten der Werkstoff bei Temperaturen unter -200°C und bei Kontakt der Materialien mit Wasserstoff genauer beurteilen zu können, sind in der nächsten Projektphase zahlreiche Versuchsreihen geplant. Eine effiziente Prüfung der Lötverbindungen ist ebenfalls Thema diese Projektes. Hierbei sollen die Verfahren Thermographie und Laser- Ultraschallmessung auf ihre Einsetzbarkeit überprüft werden.