

# SCHWEISSEN IM INDUSTRIEARMATURENBAU: HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGEN

VON FELIX DEZEMBER

Das Schweißen spielt im Bereich der Produktion von Industriearmaturen für den Kraftwerks- und Anlagenbau eine entscheidende Rolle. Der größte Teil der Schweißarbeiten entfällt dabei auf das Verbinden von Einzelkomponenten zu einer kompletten Armatur. Ein weitaus kleinerer, aber für die Funktion der Armaturen sehr wichtiger Teil des

Schweißens beschäftigt sich mit dem Schutz von Oberflächen vor Verschleiß und Korrosion durch das Aufschweißen von Schutzschichten. Dies soll insbesondere die Dichtflächen in den Armaturen vor vorzeitigem Verschleiß schützen und somit ein dauerhaft dichtes Schließen der Armaturen gewährleisten.



# HERAUSFORDERUNGEN

## 1. MATERIALAUSWAHL

Armaturen werden aus den unterschiedlichsten Grundwerkstoffen gefertigt. Im Bereich des Kraftwerks- und Anlagenbaus werden größtenteils verschiedene Stähle wie z. B. die warmfesten, tieftemperaturgeeigneten oder nichtrostenden eingesetzt. Diese können den auftretenden Beanspruchungen durch unter Druck stehende Fluide auch bei entsprechend hohen oder niedrigen Temperaturen standhalten. Weiterhin sind diese Materialien dazu geeignet auch einer schlagartigen Beanspruchung, beispielsweise durch einen Druckstoß oder Dampfschlag, zu widerstehen.

Bei besonderer Beanspruchung kommen auch Nickellegerungen oder andere Sonderwerkstoffe zum Einsatz. Diese Werkstoffe verlangen großteils spezielle Schweißtechniken und besonders abgestimmte Schweißparameter.

Je nach Eigenschaft der geförderten Fluide kommen die medienberührten Oberflächen der Armaturen mit abrasiven oder korrosiven Medien in Berührung. Dadurch kann es zu einem vorzeitigen Verschleiß und dem Versagen der Funktionsfähigkeit kommen.

Ein solcher Verschleiß macht sich insbesondere an den hochbeanspruchten Oberflächen wie zum Beispiel im Bereich der Dichtflächen bemerkbar.

## 2. GEOMETRISCHE KOMPLEXITÄT

Komplexe geometrische Gegebenheiten erschweren die Ausführung von Schweißnähten an Armaturen häufig. Insbesondere beim Aufschweißen von Plattierungen oder Panzerungen muss teilweise an schwer zugänglichen Stellen geschweißt werden. Kleine Radien sowie Kanten erschweren die Arbeiten oft zusätzlich und erfordern besondere Ausrüstung und Schweißtechniken.

## 3. QUALITÄTSANFORDERUNGEN

Im Kraftwerks- und Anlagenbau werden Armaturen höchsten Beanspruchungen ausgesetzt. Die Förderung von Fluidströmen in Rohrleitungen impliziert in der Regel auch einen hohen Druck innerhalb der Rohrleitungen, welchem auch die Armaturen standhalten müssen. Zusätzlich sind die Materialien, z. B. in einem Wasser-Dampf-Kreislauf, hohen Temperaturen ausgesetzt. Nur durch hohe Qualitätsstandards sind die Armaturen in der Lage zuverlässig zu funktionieren und eine hohe Lebensdauer in der Anlage zu erreichen. Schweißnähte müssen deshalb möglichst frei von Defekten wie Rissen, Poren oder anderen Unregelmäßigkeiten sein, um die strukturelle Integrität der Armaturen zu gewährleisten.



**Fasst man die Herausforderungen des Schweißens von Armaturen systematisch zusammen, lässt sich erkennen, dass zur Fertigung qualitativ hochwertiger Schweißnähte etliche Punkte zu beachten sind.**

**Die ganzheitliche Betrachtung der Bereiche Materialwissenschaften, Schweiß- und Prüftechnik ist dabei unerlässlich.**

**Eine kurze Zusammenfassung von möglichen Lösungen ist nachfolgend zusammengestellt.**

# LÖSUNGEN

## 1. MATERIALKENNTNISSE UND -VORBEREITUNG

Für das Gelingen einer Schweißung ist die möglichst genaue Kenntnis der zu verschweißenden Grundwerkstoffe sowie der Beanspruchung im Betrieb erforderlich. Hier sind insbesondere die mechanischen Eigenschaften unter erhöhter Temperatur wie die Warmzugfestigkeit oder Zeitstandwerte zu nennen. Unter Berücksichtigung dieser Informationen kann ein geeigneter Schweißzusatz ausgewählt werden.

Zum Aufschweißen von Verschleißschutzschichten kommen verschiedene Legierungskonzepte zum Einsatz. Aufgrund der erforderlichen Korrosionsbeständigkeit werden bei Temperaturen bis zu etwa 500 °C in Wasser-Dampf-Armaturen Eisenlegierungen mit einem Chromgehalt von etwa 17% verwendet. Bei hochkorrosiven Medien oder sehr hohen Temperaturen werden auch Nickel- und Kobaltlegierungen verwendet. Insbesondere bei einer Mehrfachbeanspruchung, z. B. aus Temperatur, Korrosion und Abrasion, können die Kobaltlegierungen ihre Stärken ausspielen. Diese besitzen neben guten Korrosionseigenschaften auch unter erhöhten Temperaturen eine technisch verwertbare Härte.

Die Auswahl des Schweißzusatzwerkstoffes hat auch einen großen Einfluss auf die Auswahl und Herstellung der Schweißnahtvorbereitung. Eine sorgfältige Schweißnahtvorbereitung sowie Reinigung sind für die Schweißnahtqualität an Stählen von entscheidender Bedeutung. Insbesondere bei Nickel- und Kobaltlegierungen ist der Punkt der Sauberkeit im Schweißbereich von noch größerer Wichtigkeit. Größtmögliche Sauberkeit ist zum Gelingen einer Schweißung absolute Voraussetzung.

## 2. SPEZIALISIERTE SCHWEISSTECHNIKEN

Bei komplexen Geometrien und an schwer zugänglichen Schweißnähten werden insbesondere das WIG-, Plasma- sowie Laserschweißen eingesetzt. Durch die mögliche Automatisierung dieser Verfahren können auch in Bereichen, welche durch Schweißpersonal nicht direkt eingesehen werden können, qualitativ hochwertige Schweißnähte wiederholgenau gefertigt werden.

Sollen große Flächen mittels Auftragschweißung vor Korrosion geschützt werden, kommen Hochleistungsverfahren wie das Unterpulver- oder Elektroschlackeschweißen zum Einsatz. Durch die Möglichkeit bei diesen Verfahren den Schweißzusatzwerkstoff in Form von Bändern bis zu 120 mm Breite zuzuführen, können auch großflächige Plattierungen sehr wirtschaftlich hergestellt werden. Eine große Vielfalt an möglichen Band-Pulver-Kombinationen erlaubt eine metallurgische Abstimmung der Korrosionsschutzschicht auf die jeweilige Anwendung. Nach Ermittlung der erforderlichen Schweißparameter kann mithilfe der Automatisierung dieser Prozesse eine gleichmäßige Schichtdicke mit gleichmäßigen metallurgischen Eigenschaften hergestellt werden.

## 3. QUALITÄTSKONTROLLE UND PRÜFUNG

Die Fertigung qualitativ hochwertiger Schweißnähte erfordert eine entsprechende Qualitätsplanung. Diese beginnt bereits vor der Fertigung der Bauteile und beinhaltet insbesondere die Qualifizierung der einzusetzenden Schweißverfahren über Schweißverfahrens- oder Arbeitsprüfungen.

Trotz sorgfältiger Qualifizierung und dem Einsatz automatisierter Verfahren kann im Armaturenbau nicht auf die Prüfung von Schweißnähten verzichtet werden. Als einfachstes Prüfverfahren kommt dabei die Sichtprüfung aller gefertigten Schweißnähte zum Einsatz. Die Oberflächen von geschweißten Verschleiß- oder Korrosionsschutzschichten können, je nach zu prüfenden Materialien, mittels Farbeindringprüfung oder Magnetpulverprüfung auf Risse untersucht werden. Zur Feststellung möglicher Bundefehler zwischen Auftragschweißung und Grundwerkstoff wird bevorzugt die Ultraschallprüfung eingesetzt.

## FAZIT

Das Schweißen im Armaturenbau zeichnet sich durch teilweise sehr spezifische Herausforderungen aus. Diese können oft nur durch die richtige Kombination aus Materialkenntnissen, speziellen Schweißtechniken und einer gründlichen Qualitätsplanung inklusive Qualitätskontrolle bewältigt werden. Bei richtiger Anwendung können damit Armaturen hoher Qualität und Zuverlässigkeit hergestellt werden, die den hohen Ansprüchen aus der Industrie gerecht werden.

Durch die Auswahl des richtigen Verschleiß- und Korrosionsschutzes kann die Lebensdauer von Armaturen erheblich verlängert werden. Gerade im Bereich der Dichtflächen ist ein vorzeitiger Verschleiß problematisch, da er eine erhöhte Leckage und somit Druckverluste in der Anlage mit sich bringt. Diese Druckverluste verringern den Wirkungsgrad der Anlage, was in der Zeit hoher Energiepreise und dem Ruf nach einer grüneren Industrie zu unerwünschten Ergebnissen führt.







## FELIX DEZEMBER

Maschinenbauingenieur mit der Zusatzqualifikation zum Internationalen Schweißfachingenieur.

Arbeitet seit 2022 bei voestalpine Böhler Welding UTP mit dem Fokus auf Schweißzusätzen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz und hat sich vorher mit der schweißtechnischen Fertigung von Industriearmaturen beschäftigt.

### **JOIN!** voestalpine Böhler Welding

We are a leader in the welding industry with over 100 years of experience, more than 50 subsidiaries and more than 4,000 distribution partners around the world. Our extensive product portfolio and welding expertise combined with our global presence guarantees we are close when you need us. Having a profound understanding of your needs enables us to solve your demanding challenges with Full Welding Solutions - perfectly synchronized and as unique as your company.

