

Das Auftragschweißen im industriellen Anwendungsfeld

## Auftragschweißen: WIG – oder Alternativen?

**Unterstützt durch die Konstruktion optimal auf die spezifischen Anforderungen abgestimmter, schlüsselfertiger Schweissysteme hat sich das Auftragschweißen als Teil des Produktionsprozesses bei Neuteilen oder als eigenständig durchgeführte Operation bei der Reparatur verschlissener Bauteile im Bereich industrieller Fertigungsmethoden einen festen Platz erobert.**

**D**as Auftragschweißen umfasst im Wesentlichen folgende Einsatzgebiete:

- Reparatur von Werkstücken,
- vorbeugender Schutz stark beanspruchter Partien oder Werkstücke,

- Aufbringen von Pufferschichten bei komplexen Schweissverbindungen mit unterschiedlichen Grundwerkstoffen.

Das Konzept der Auftragschweissanlage richtet sich dabei nach dem Ein-

nicht vermeiden lässt. In diesen Fällen hat sich der Einsatz der Orbitaltechnik mit mobilen Anlagen als besonders vorteilhaft erwiesen.

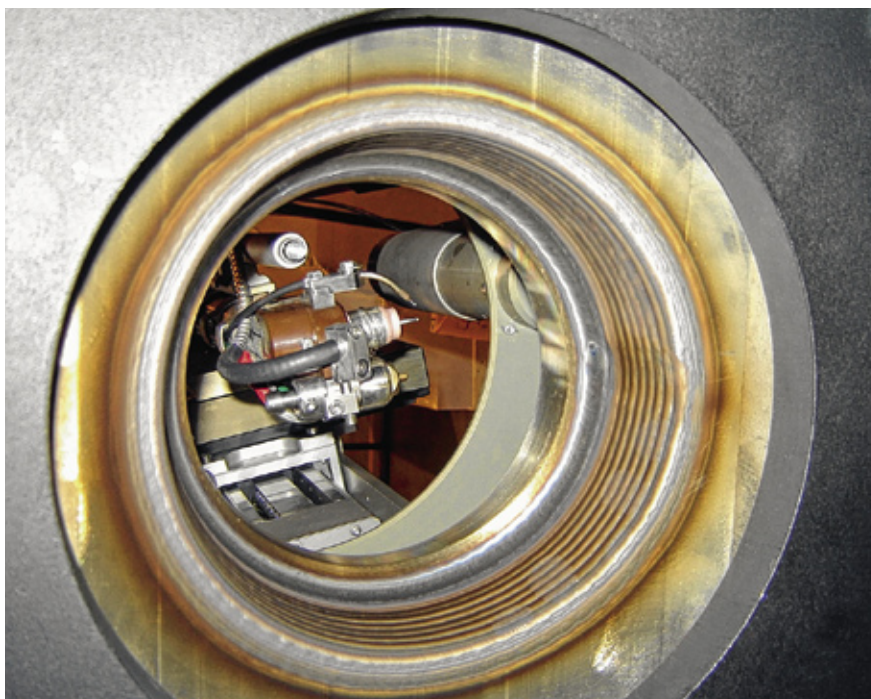
Zum Beschichten von Werkstücken, für die bereits im Fertigungsplan Auftragschweissoperationen vorgesehen sind, kommen eher stationäre Schweissanlagen in Betracht, die je nach Automatisierungsgrad die Fertigung kleinerer oder grösserer Serien erlauben. In vielen Fällen können die Auftragschweissungen auch bei voluminösen oder schweren Werkstücken am drehenden Teil durchgeführt werden.

Bei den im Reparaturbereich am häufigsten auftretenden Fällen handelt es sich um Werkstücke mit Verschleisserscheinungen (Rissbildung, Aufhärtung, Erosion), wobei die betroffenen Zonen mit spanenden Bearbeitungsverfahren abgetragen und mittels Auftragschweissungen durch artgleichen Werkstoff ersetzt werden. Werkstücke, die infolge fehlerhafter Bearbeitung Untermass aufweisen, können auf ähnliche Weise durch Auftragschweissoperationen wiederhergestellt werden.

Die angeführten Beispiele zeigen die Breite der Anforderungen, wobei Korrosion, Verschleiss (z. B. Kavitation), Schlagbeanspruchung und Temperatursprünge immer wieder im Mittelpunkt stehen und zudem häufig kombiniert auftreten.

### Sonderfall: Pufferschichten aufbringen

Das Aufbringen von Pufferschichten ist als Sonderfall des Auftragschweissens einzustufen: die erzeugten Schichten ermöglichen den Aufbau einer intermetallischen Verbindung zwischen zwei heterogenen Legierungen. Die Übertragung der auf die Schweissverbindung wirkenden Kräfte erfolgt dabei vollständig über die Pufferschicht, deren Güte aus diesem Grunde besonders hohen Anforderungen genügen muss.

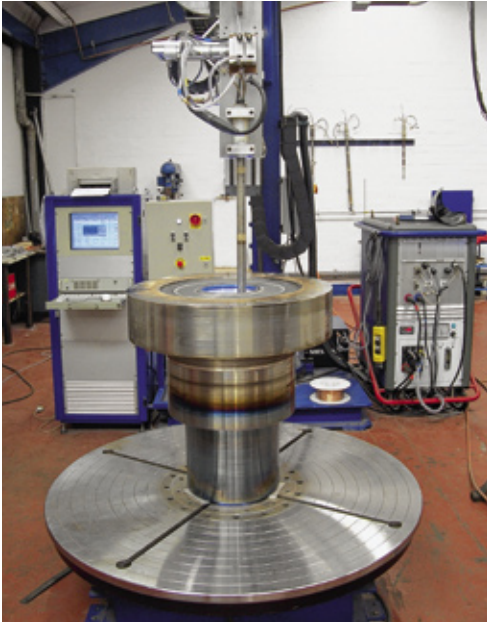


Instandsetzungsarbeiten mit Hilfe einer Orbitalchweissanlage. Reparaturschweißung am Primärkreislauf eines Kernkraftwerks: die Innenseite eines Stutzens wird durch Auftragschweißen instand gesetzt (korrosionsbeständiger Stahl 316L). Der Schweisskopf ist mit einem Kollektor versehen, dadurch kann ohne Unterbrechung kontinuierlich gearbeitet werden.

#### Autor

Jean-Pierre Barthoux, EWE, Leiter Technologie Polysoude, Jürgen Krüger, alfang, Lippstatt, Technischer Redakteur und Übersetzer.

satzgebiet. Bei Reparaturschweissungen ist eine Demontage des Werkstückes oft ausgeschlossen, es muss dann in seiner Einbauposition bearbeitet werden, wobei sich das Schweißen in Zwangslagen meist



**Mechanisierte Auftragschweissanlage für die Werkstattfertigung.**

Wegen der Feinheit des abgeschmolzenen Schweißgutes, der gleichmässig ausgebildeten Schichtoberfläche, der Möglichkeit des Schweissens in allen Positionen und Zwangslagen und der grossen Flexibilität der Prozessführung gehört das WIG-Heissdrahtschweissen zu den beim Auftragschweissen und beim Aufbringen von Pufferschichten bevorzugt eingesetzten Verfahren.

Die durch den Lichtbogen freigesetzte Energie lässt sich beim WIG-Schweissen unabhängig von der Menge des eingebrachten Zusatzwerkstoffs steuern, daher ist das Auftragschweissen auch bei kompliziert oder unregelmässig geformten Werkstücken anwendbar (es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, gezielt Lagen unterschiedlicher Dicke zu erzeugen, die Schweißparameter beim Zünden und Verlöschen des Lichtbogens in weiten Grenzen zu verändern usw.).

Beim WIG-Auftragschweissen ist eine stabile Prozessführung mit Schweißstromstärken zwischen etwa 80 A und 450 A möglich. Die dabei erreichbare Abschmelzleistung beginnt bei wenigen hundert Gramm pro Stunde und lässt sich durch den Einsatz von z. B. zwei synchronisierten Brennern auf 2,5 bis 3 kg/h steigern.

Die von dem WIG-Verbindungsschweissen her bekannten Funktionen (Lichtbogenhöhensteuerung, Pendelung, Synchronisation der Bewegungen mit dem Pulsen des Schweißstromes etc.) stehen beim WIG-Auftragschweissen uneingeschränkt zur Verfügung, jedoch

kann auch ein hoher ungepulster Schweißstrom eingesetzt werden, wenn es alleine darauf ankommt, die grösstmögliche Abschmelzleistung zu erreichen.

### **Kriterien für die Schweißparameter**

Wenn das Auftragschweissen nicht mit artgleichem Zusatzwerkstoff durchgeführt wird, stehen bei der Festlegung der Schweißparameter folgende Kriterien im Vordergrund:

- die Begrenzung des Aufmischungsgrads (Einhaltung der Grenzwerte der Legierungselemente bei gleichzeitigem Erreichen der geforderten Dichte der aufgetragenen Schicht),
- das Erreichen der vorgegebenen Oberflächengüte,
- das Sicherstellen der erwarteten Abschmelzleistung (Wirtschaftlichkeit des Prozesses).

Für das Erreichen eines möglichst niedrigen Aufmischungsgrads sind die Anordnung der einzelnen Schweißlagen und die Elektrodenposition von entscheidender Bedeutung.

Der Zusatzdraht kann vor oder hinter dem Lichtbogen zugeführt werden, es ist auch möglich, ihn von der Seite einzubringen. Er wirkt dann wie ein Schutzschild und schirmt das Werkstück vor der direkten Einwirkung des Lichtbogens ab, sodass mehr der von ihm freigesetzten Energie zum Aufschmelzen des Drahtes dient und we-

niger zum Schmelzen des Grundwerkstoffes übrig bleibt.

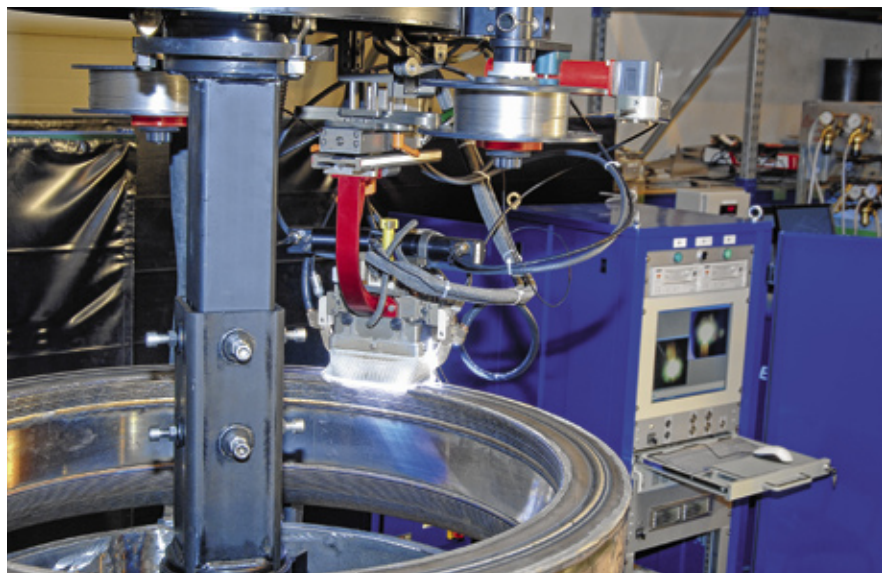
Bedeutende Einflussfaktoren bezüglich des Aufmischungsgrades sind, wie bereits angedeutet, die Schweißlagenanordnung und die Elektrodenposition. In Anlehnung an die Methode, den Zusatzdraht als Schutzschild zu benutzen, kann auch eine bereits eingebrachte Schweißlage zum Abschirmen des Grundwerkstoffes dienen, wenn die folgende Lage mit grosser Überdeckung aufgebracht wird und so nur mit einer vergleichsweise geringen Grundwerkstoffoberfläche in Kontakt kommt.

Die Aufmischung findet dann hauptsächlich zwischen bereits bestehender und neuer Schweißlage statt, wodurch die Legierungsbildung mit dem Grundwerkstoff reduziert wird. Dieser Effekt kann noch verstärkt werden, wenn die Elektrode so weit wie möglich über der bereits geschweissten Lage positioniert wird.

Die Basisausführung einer Auftragschweissanlage enthält eine WIG-Heissdrahtstromquelle mit einer modular aufgebauten Steuerung, die es erlaubt, die programmierbaren Schweißparameter und die Bewegungsabläufe vorzugeben.

### **Kriterien für die Brennerwahl**

Um den Anforderungen der unterschiedlichen Anwendungsgebiete Rechnung tragen zu können, steht



**Aufbringen einer Pufferschicht auf das Rohrende eines Dampferzeugers.**

eine Vielzahl von Schweißbrennern zur Auswahl.

Bei der Brennerauswahl sind folgende Kriterien zu beachten:

- die Abmessungen der Werkstücke,
  - die thermischen Randbedingungen (mit oder ohne Vorwärmung),
  - die Zugänglichkeit,
  - die Gestalt des Werkstückes (Boden, Zylinder, Kehle, ...),
  - die Schweißpositionen.
- Bestimmte Anforderungen haben zur Entwicklung von Brennern mit besonderen Funktionen geführt, von denen einige vorgestellt werden sollen:
- Brenner mit verfahrbarer Düse erlauben es, den Elektrodenüberstand beim Auftragschweißen von Absätzen oder Dichtnuten zu verändern und den Schweißvorgang ohne Unterbrechung in einem Zug durchzuführen,
  - durch zwei auf einer Schweißlanze hintereinander angeordnete Brenner mit jeweils zwei Heissdrahtzuführungen können zweilagige Auftragschichten an einer Rohrrinnenwand in Wannelage in

einem Durchgang geschweisst werden, was mit einer ausserordentlich hohen Wirtschaftlichkeit verbunden ist,

- Brenner mit integrierten Sensoren erlauben es, mit Querbohrungen versehene zylindrische Werkstücke ohne manuelles Eingreifen auftragszuschweißen, der Schweißvorgang wird beim Erreichen der Vorderkante der Bohrung automatisch unterbrochen und, sobald die hintere Kante erreicht ist, fortgesetzt,
- Brenner mit geringen Abmessungen eignen sich zum Auftragschweißen von Bohrungen mit weniger als 50 mm Durchmesser,
- Brenner mit motorisierter Verstellung des Anstellwinkels erlauben es, einen Behälterboden in Wannelage und die Kehlnaht zur zugehörigen Behälterwand ohne Unterbrechung der Schweißoperation mit einer Auftragschicht zu versehen.

Zur Bearbeitung von Werkstücken, die sich in eine für die Durchführung der Schweißaufgabe günstige Posi-

tion bringen lassen, werden die Auftragschweißanlagen durch Dreh-tische, Automatenträger oder Rollenbockeinrichtungen vervollständigt.

## Der Klassiker: Beschichten von Behälterböden

Zu den klassischen Aufgaben des Auftragschweißens gehören das Beschichten von Behälterböden (in Wannelage) oder das Beschichten der Innen- oder Aussenwand aufrecht stehender zylindrischer Werkstücke. In dieser Schweißposition ist es möglich, eine wirtschaftlich interessante Abschmelzleistung bei akzeptablem Aufmischungsgrad zu erreichen.

Für das Auftragschweißen der Innenwand langer Rohre (8 bis 12 Meter Länge) mit Durchmessern über 200 mm werden Spezialmaschinen eingesetzt.

Die Seile werden durch das zu beschichtende Rohr geführt und soweit vorgespannt, dass sie die Schweißlanze mit den beiden Schweißbrennern ohne durchzuhängen tragen können.



Brenner für das Auftragschweißen von Bohrungsinnenwänden, gerade oder abgewinkelte Ausführung (einfache oder doppelte Heissdrahtzuführung), ausgelegt für Schweißstromstärken bis zu 400 A.

Die Schweisslanze mit den beiden Brennern, die hintereinander angeordnet und jeweils mit einer doppelten Heissdrahtzuführung versehen sind, gleitet auf den beiden Seilen und wird vor Beginn der Auftragschweissung bis zum hinteren Ende des Rohres geschoben.

Während des Schweissvorgangs wird die Schweisslanze durch das Rohr gezogen und so die Vorschubbewegung erzeugt, zusammen mit der gleichzeitig stattfindenden Drehbewegung des Rohres entstehen zwei wendelförmige Schweissraupen. In einem Durchgang können so die erste und zweite Lage der Beschichtung eingebracht werden. Zwei WIG-Heissdrahtstromquellen arbeiten synchron in der Anlage und steuern die Vorschubbewegung der Schweisslanze, die Drehbewegung des Rohres und die eigentlichen Bewegungen der Schweissbrenner, nämlich Lichtbogenlänge und Pendelung.

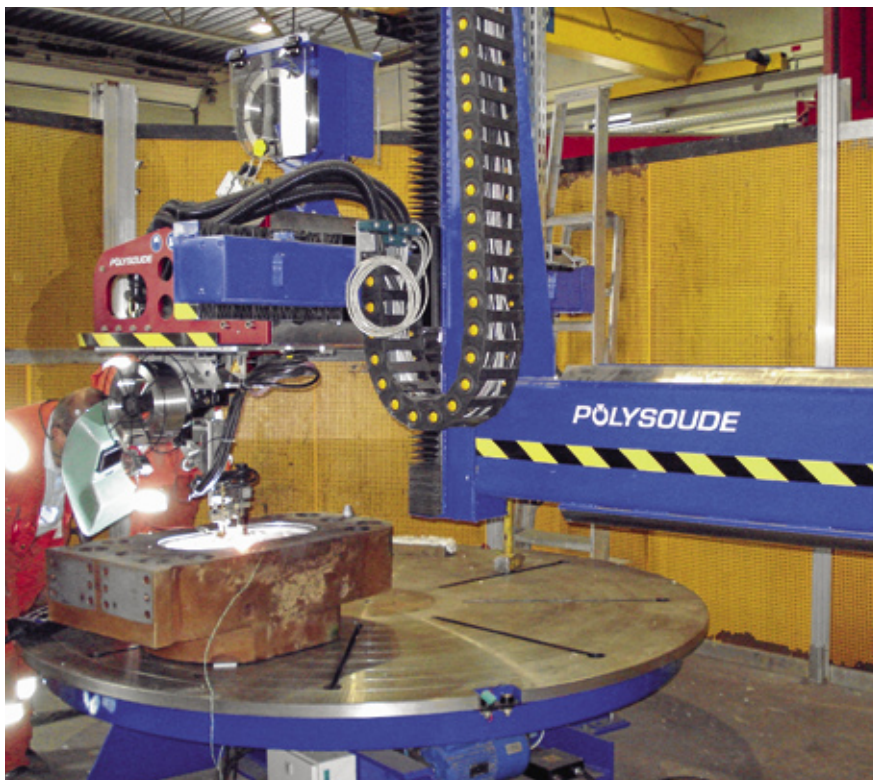
Die Innenseiten der langen Rohre werden üblicherweise mit Nickelbasislegierungen auftragsgeschweisst und erfordern eine Schichtstärke von etwa 5 mm.

### Besondere Lösungen für besondere Aufgaben

Zu den schwer beherrschbaren Einsatzbereichen des Auftragschweissens gehören die Fälle, in denen das Werkstück nicht bewegt werden kann, sei es aufgrund seines Gewichts und seiner Abmessungen oder seiner Geometrie (Bohrungen in sehr grossen



**WIG 500 Schweissbrenner mit doppelter Heissdrahtzuführung und motorisch betriebener Elektrodenüberstandsregelung, der Elektrodenüberstand wird programmgesteuert der jeweiligen Tiefe der Schweissfuge angepasst. Durch diese Konfiguration wird das Schweissbad optimal vor dem Sauerstoffeinfluss aus der Atmosphäre geschützt.**



**Eine unbegrenzte Anzahl an Drehungen und Kombinationen zwischen dem Kollektor-Schweisskopf und dem Automatenträger erlauben das Auftragschweissen von unüblichen Werkstückformen.**

Werkstücken oder nicht rotationssymmetrische Beschichtungsbereiche). Polysoude hat für diese an sich sehr häufig vorkommenden Aufgabenstellungen eine Produktlinie entwickelt, bei der der Schweisskopf in eine Drehbewegung versetzt wird, die allerdings nicht auf das zugehörige Schlauchpaket mit den Versorgungsleitungen übertragen wird. Es handelt sich hierbei um mit Kollektoren ausgestattete Schweissköpfe, wie sie ähnlich auch bei bestimmten Orbital Schweissanwendungen eingesetzt werden.

In Extremfällen, in denen komplex geformte Bereiche eines Werkstücks beschichtet werden müssen (z. B. längliche Ausnehmungen) oder eine aussergewöhnliche Geometrie vorliegt (Bohrungen von 1000 bis 2000 mm Tiefe), werden die Kollektorköpfe selbst auf Schlitten montiert, sodass sie in Längs- und Querrichtung verfahren werden können.

Diese Überlagerung der Bewegungen eines Kollektorkopfes, und der der entsprechenden Längs- und Querschlitten, steigern die Einsatzmöglichkeiten einer Anlage in beträchtlichem Umfang.

Polysoude unterstützt interessierte Industriebereiche bei der Lösung ihrer Auftragschweissaufgaben und entwickelt den jeweiligen Anforderungen genügende Ausrüstungen.

genügende Ausrüstungen.

Auf diese Weise ist im Laufe der Zeit ein vielseitiges Programm von Standardmaschinen und Sonderanlagen für unterschiedliche Anwendungsgebiete des Auftragschweissens entstanden.

Wenn die Qualität der aufgetragenen Schichten im Vordergrund steht, bietet sich der Einsatz des äusserst flexibel anwendbaren WIG-Heissdrahtschweissens an, zumal sich dieses Verfahren auch in vielfältiger Weise automatisieren lässt.

Der WIG-Auftragschweissprozess steht in laufendem Wettbewerb zu den anderen leistungsfähigen Schweissverfahren, im Falle komplizierter Werkstücke, schwieriger Einsatzbedingungen oder allgemein bei dem Wunsch nach einem hohen Automatisierungsgrad sollte stets sorgfältig geprüft werden, inwieweit eine Entscheidung für diesen Prozess mit wirtschaftlichen und technischen Vorteilen verbunden sein könnte. (mg)

#### Infos

Polysoude (Schweiz) AG  
8108 Dällikon  
043 243 50 80  
contact@polysoude.ch  
www.polysoude.ch