

## Wiederaufarbeitung von Großarmaturen durch WIG - Heißdraht und LASER Schweißverfahren

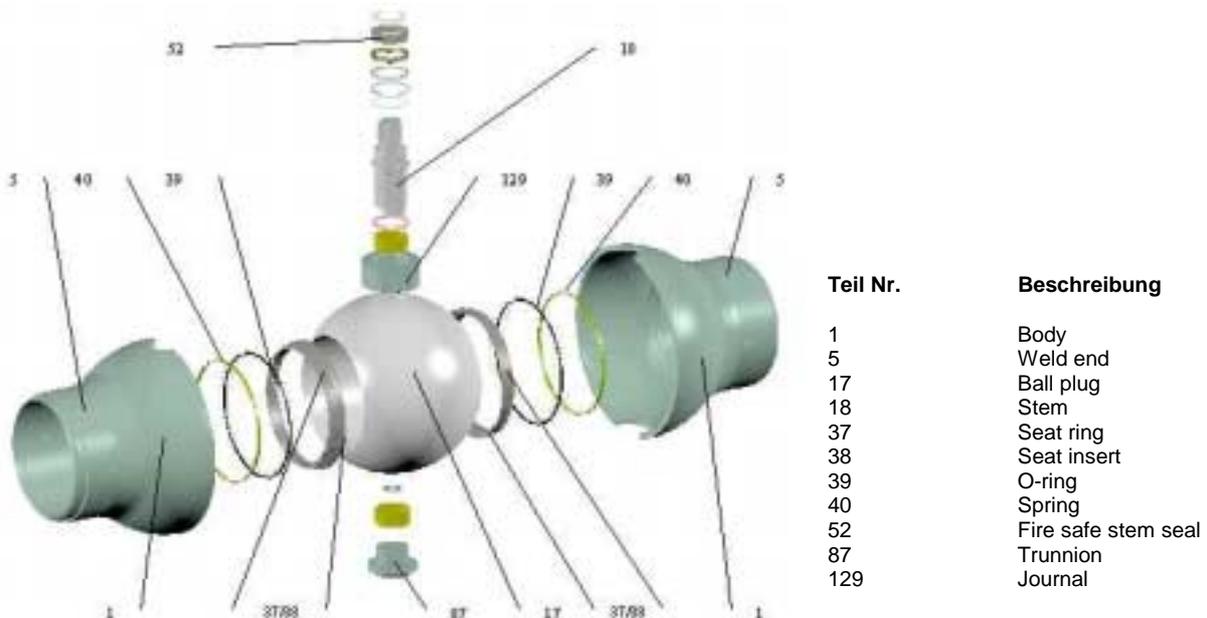
### Summary

Ball valves for pipeline and off shore business are manufactured by using the different weld techniques. The manufactures are using all known standard techniques for example TIG weld (GTAW) for welding of body and pup pieces, the SAW method and SMAW method.

In future more and more high tech weld techniques will be used for special weld processes and cladding. This article shows any results which have been given by using TIG hot wire weld for refurbishment of ball valves, LASER weld for seat ring / seat bush construction and TIG hot wire method for overlay cladding to increase corrosion inhabitant and hard surface.

### 1. Kugelhähne für den Transport von Erdöl, Erdgas, Wasser und Abwasser

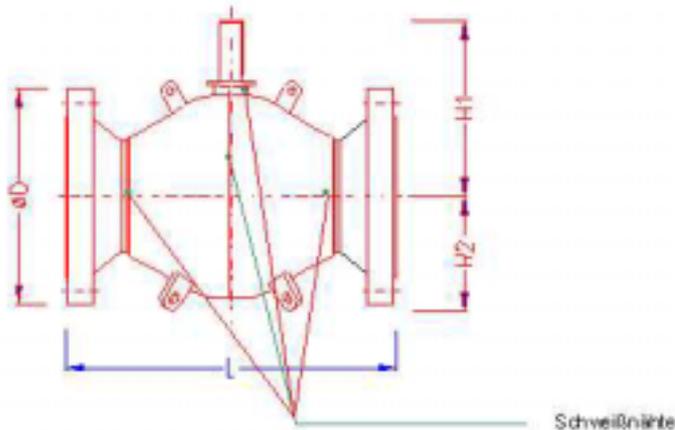
Großarmaturen und im speziellen Kugelhähne sind wichtige Teile in den Transportsystemen für Erdöl, Erdgas aber auch Wasser und Abwasser. Als deren Bestandteil haben sie den gleichen Bedingungen Druck, Temperatur und Verschleiß standzuhalten. Darüber hinaus müssen die Kugelhähne wichtige Funktionseigenschaften und Sicherheitsbedingungen erfüllen. Sie dienen der Absperrung oder der Regelung von Medienströmen und sind aus diesem Grund stets in funktionsfähigem Zustand zu halten. Der Grundsätzliche Aufbau eines Kugelhahnes der WINTER Pipeline GmbH ist in Bild 1 dargestellt.



**Bild 1: Explosionsdarstellung Kugelhahn  
WINTER Pipeline GmbH**

### 2. Anwendung der Schweißtechnik bei der Herstellung, Instandsetzung und Wiederaufarbeitung

Kugelhähne sind im Bereich des Ferntransportes von Medien und darüber hinaus weit verbreitet. Die Konstruktion ist relativ einfach. Die verschiedenen Konstruktionselemente werden durch weitestgehende Anwendung der verschiedenen Schweißverfahren mit einander verbunden. Im Rahmen der Entwicklung und Fertigung dieser Armaturen muß ein aufwendiges Regelwerk für Druckbehälter und Pipelines eingehalten werden. Man kann mit Recht sagen, ohne die Beherrschung der Schweißtechnik ist die Fertigung von Groß - Kugelhähnen nicht vorstellbar. (Bild 2)



**Bild 2: Kugelhahn - komplexe Schweißkonstruktion**  
WINTER Pipeline GmbH

Kein Wunder ist es deshalb, daß bei der Instandsetzung und der Wiederaufarbeitung von Kugelhähnen die Schweißtechnik eine ebenso große Rolle spielt.

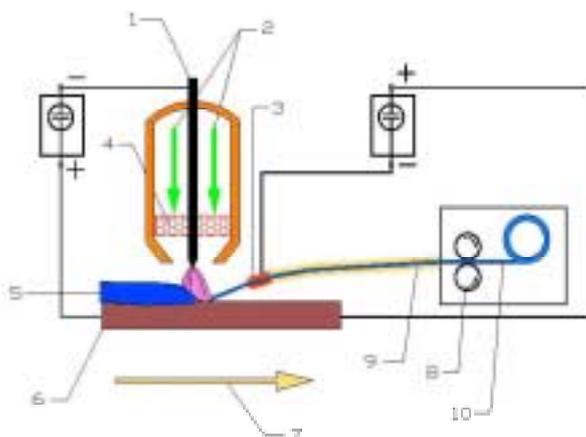
In jüngster Zeit gibt es verschiedene Entwicklungen, die den Einsatz modernster Schweißverfahren vorsehen. In diesem Beitrag soll auf 2 Verfahren eingegangen werden, die in Zusammenarbeit von WINTER Pipeline GmbH, der BORSIG GmbH und der SLV M-V eingesetzt werden.

### 3. WIG - Heißdraht Schweißverfahren zum Auftragsschweißen (Cladding)

Durch einen Lichtbogen zwischen einer nicht abschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück wird der Grundwerkstoff angeschmolzen (Bild 3). Der Lichtbogen wird während des Schweißens über eine AVC-Achse (Arc Voltage Control) automatisch konstant gehalten.

Ein Drahtvorschubsystem fördert kontinuierlich den Zusatzwerkstoff zum Schweißbad. Über ein Kontaktrohr am Heißdrahtbrenner und eine separate Stromquelle wird der Zusatzdraht durch Widerstandserwärmung in der freien Drahtlänge aufgeheizt. Der Zusatzdraht taucht von vorne, seitlich oder von hinten (je nach Erfordernis und Zugänglichkeit) in das Schmelzbad ein und muß während des Schweißprozesses diese Lage beibehalten.

Um diese aus zwei Schweißstromquellen, zwei Brenner und einem Drei-Achsensystem bestehende Anlage zu steuern ist der Einsatz eines Steuercomputers (z.B. SPS) erforderlich. Alle Schweißparameter, Vorschub- und Zustellvorgaben sowie das synchrone Pulsen werden vor Schweißbeginn programmiert und auf einem Bildschirm dargestellt. Die wichtigsten Parameter können über eine Fernbedienung in ebenfalls vorher zu programmierenden Schritten und Grenzen während des Schweißens verändert werden. Dazu gehören Pulsstrom, Heißdrahtstrom, Drahtgeschwindigkeit, Schweißgeschwindigkeit, Einflußgrößen der Lichtbogenhöhenabstastung (AVC), Pendelfunktionen u.v.a.



**Bild 3:**  
**Prinzip WIG-HD Schweißverfahren**

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1 W-Elektrode     | 6 Grundwerkstoff  |
| 2 Argon Schutzgas | 7 Schweißrichtung |
| 3 Kontaktrohr     | 8 Drahtvorschub   |
| 4 Gaslinse        | 9 Drahtzuführung  |
| 5 Schweißgut      | 10 Schweißdraht   |

Mit dem WIG-HD Schweißen werden hochwertige Schweißplattierungen erzeugt, die sich besonders durch die sehr geringe Aufmischung, einen kleinen Einbrand, geringe Wärmeeinbringung und eine glatte Nahtoberfläche auszeichnen. Ein wichtiger Vorteil des WIG-HD Verfahrens ist die Zwangslagentauglichkeit bis zu steigendem Lagenaufbau und die Tatsache, daß das Brennerequipment konstruktiv sehr kompakt und klein gehalten werden kann. Die Tabelle zeigt, daß das WIG-HD Verfahren nicht das quantitativ - leistungsfähigste Schweißverfahren ist. Die qualitativen Vorteile sprechen aber für den Einsatz zum Cladding an Pipeline Armaturen.

Verfahren	Stichtiefe (mm)	Aufmischung A (%)	Flächeenergie QA (J/mm <sup>2</sup> )	Flächenleistung NA (dm <sup>2</sup> /h)	Abschmelzleistung NG (kg/h)
UP - Band	5 - 8	13 - 40	175	30 - 90	10 - 40
RES	4 - 5	10 - 15	192	50	15
MIG / MAG	4 - 8	15 - 25	160 - 185	20 - 30	8 - 9
WIG - HD	2 - 6	5 - 15	95	---	3 - 8
Plasma - HD	2 - 7	5 - 60	95	30 - 70	4 - 30
Plasma - MIG	4 - 6	10 - 20	155	50	5 - 20
Plasma - Pulver	0,5 - 5	5 - 25	155	30 - 50	5 - 7

**Bild 4: Kennwerte von Hochleistungs – Auftragsschweißverfahren**

### 3.1 Auftragschweißung von Gehäusekörpern

Es gibt verschraubte Kugelhähne und Kugelhähne als komplexe Schweißkonstruktionen (siehe Bild 1 und 2).

Die verschraubten Armaturen sind demontierbar und von Hause aus dafür ausgelegt, daß sie regelmäßig gewartet und Verschleißteile ggf. erneuert werden. Für das Gehäuse bei verschraubten Kugelhähnen kommt z.B. der Stahlguß GS 21 Mn 5 bzw. ASTM A 352 Gr. LCC zum Einsatz. Die Sitzringe, die in das Gehäuse eingesetzt werden und die Dichtfunktion zum Kugelkükten herstellen bestehen z.B. aus Duplex-Stahl 1.4462. Zwischen Gehäuse und Sitzring kann es aufgrund des elektrischen Spannungspotentials zur Korrosion kommen. Eine weitere Korrosionsgefahr besteht in den konstruktiven Spalten an den Dichtflächen zwischen Gehäuse / Sitzring, Gehäuse / Deckel und Gehäuse / Gehäuse. Um dem vorzubeugen, werden diese Bereiche mit der Nickelbasislegierung Inconel 625 plattiert werden. Durch das Auftragsschweißen in diesen Bereichen können auch verschlissene Gehäuse wieder aufgearbeitet und ihre Standzeiten verbessert werden.

### 3.2 Cladding von Kugelkükten

Armaturen die auf Ölfeldern und in Pipelines genutzt werden, unterliegen vielen äußeren Einflüssen wie z.B. Korrosion und Abnutzung. Bei Kugelhähnen sind die anfälligen Teile die Sitze, Sitzringe, Kugeln und alle Dichtelemente. Diese Baugruppen müssen beim Öffnen und Schließen eine absolut zuverlässige Absperrung bilden. Die Dichtfläche / Kugeloberfläche des Kükten wird dabei durch harte Anhaftungen an Kükten / Sitzring oder durch im Medium mitgerissene Sedimente besonders beansprucht.

Für Kugelkükten kommen z.B. folgende Werkstoffe zum Einsatz:

- 1- X 20 Cr 14 V
- 2- GS 21 Mn 5
- 3- TStE 355
- 4- Duplex
- 5- X 6 CrNiTi 18 10 / AISI 316

Groß-Armaturen müssen häufig den NACE- Anforderungen genügen, d.h. der Kükten-Werkstoff ist auf eine Härte von max. 22 HRC begrenzt, er muß aber die Kerbschlagarbeit von mind. 27 J aufweisen. Um die Kugeloberflächen beständiger zu machen wurde bisher nach dem Polieren galvanisch verchromen, vernickeln oder durch Plasma-Pulver Beschichten mit einer Hartpanzerung überzogen. Mit diesen Technologien ist es möglich, harte, glatte und korrosionsbeständige Schichten zu erzeugen. Da diese Schichten aber nur ca. 0,5 mm stark sind, können sie zum einen von mitgeführten Steinen durchschlagen oder beim schalten der Armatur zerkratzt werden zum anderen bilden sich in diesen sehr großen, gewölbten Oberflächenschichten immer wieder feine Haarrisse. All diese Fehlstellen gehen durch bis in den weicheren Grundwerkstoff und bieten der Abrasion Angriffsflächen. Eine Reparatur von verschlissenen Kükten ist mit diesen Verfahren kaum möglich, wodurch ein Austausch meistens erforderlich wird.

WINTER Pipeline GmbH hat 1997 eine Fertigung nach dem WIG-HD Verfahren entwickelt und aufgebaut (Bild 5) um:



1. verschlissene Kugelkükten mit neuer Oberfläche aufzuarbeiten
  - artgleiche Cladding Schicht bei Duplex, Austeniten
  - AISI 316, Duplex oder Inconell 625 auf z.B. GS 21 Mn 5 oder TStE 355
  - harte, korrosionsbeständige Cladding Schicht bei z.B. X 20 Cr14V, GS 21Mn5 oder TStE 355
2. neue Kükten mit korrosionsbeständigen und / oder harten Oberfläche

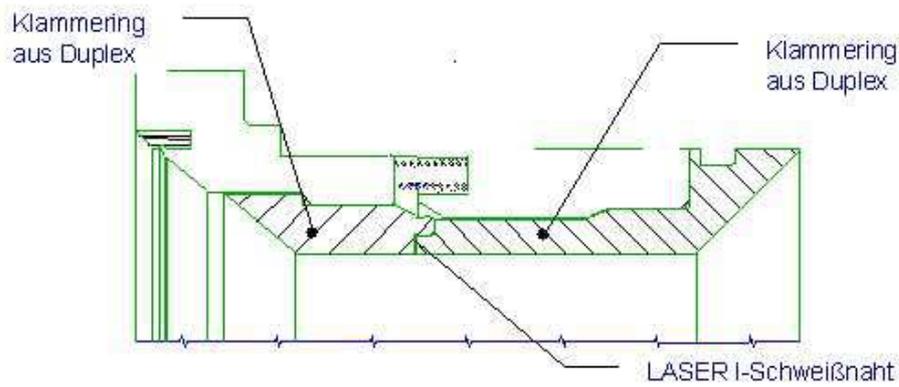
**Bild 5: WIG-HD Schweißanlage zum Auftragsschweißen 36“ Kugelkükten**

#### 4. LASERstrahl Schweißen von Sitzringpaketen

Ausschlaggebend für die Funktionsfähigkeit von Kugelhähnen ist die Fertigungsgenauigkeit der einzelnen Komponenten. Sogenannte Sitzringe werden mit Hilfe von Federpaketen gegen eine Kugel gepreßt und dichten die Pipeline ab (Bild 1). Diese Sitzringpakete, werden u.a. spanend aus dem Duplex-Stahl 1.4462 vorgefertigt und durch Schweißen sozusagen montiert. Das anfänglich zur Anwendung gebrachte WIG - Verfahren führte insbesondere bei größeren Ringdurchmessern (>20") zu unzulässigen Deformationen, so daß eine Funktionsfähigkeit im Prüfstand nicht mehr gewährleistet werden konnte. Gesucht wurde deshalb nach einem deformationsarmen Schweißverfahren.

Neben dem Elektronenstrahlschweißen erschien insbesondere das Laserstrahlschweißen vor dem Hintergrund des Außendurchmessers von 110 mm des Sitzringpaketes geeignet. Für den Laserstrahlschweißprozess wurde die Nahtvorbereitung in Form einer I-Naht mit maximaler Spalttoleranz von kleiner als 50 (m ausgeführt

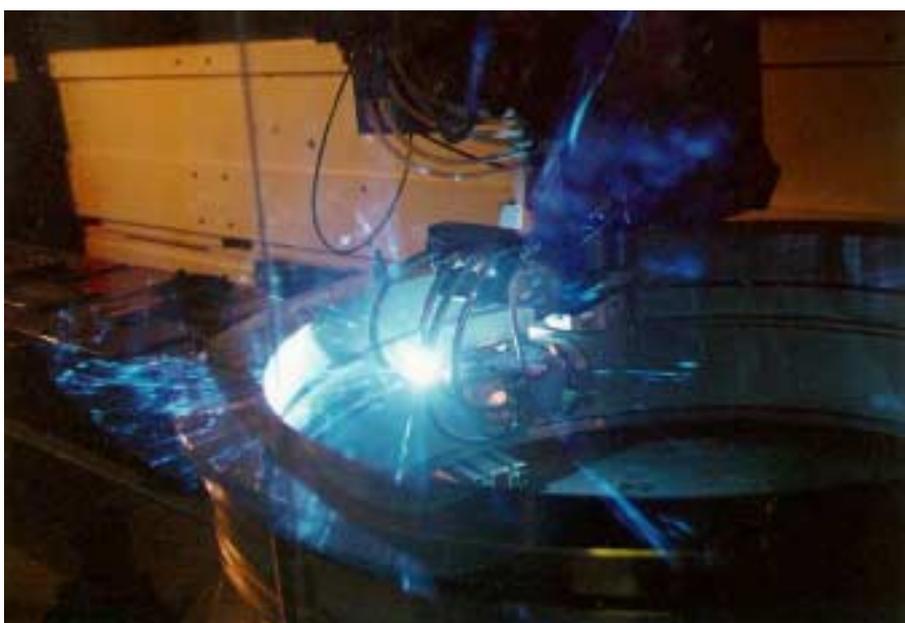
(Bild 6). Die Einzelteile müssen fett- und staubfrei vormontiert werden. Im LASER Schweißprozeß mußte in PC-Position eine reproduzierbare Einschweißtiefe von 6 mm eingestellt werden. Die eingesetzte Laserleistung wurde auf 4,5 kW, bei einer Schweißgeschwindigkeit von 1,7 m/min, begrenzt, Bild: Sitzringpaket auf Laseranlage. Damit beträgt die reine Schweißzeit beim Schweißen eines 40"-Ringes weniger als 2 Minuten. Im Gegensatz dazu benötigt ein erfahrener WIG-Schweißer für das Fügen eines 20" Ringes 3,5 Stunden. Als Schutzgas kam ein He/Ar-Gemisch zum Einsatz. Eine weitere Verkürzung der Schweißzeit ist prinzipiell möglich, birgt jedoch die Gefahr, dass als Folge der kurzen Abkühlzeiten das Gefügeverhältnis Austenit / Ferrit weiter zugunsten des Ferrits verschoben wird und damit die Gefahr möglicherweise Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes negativ zu beeinflussen.



**Bild 6: Sitzringpaket BORSIG**



**Bild 7: Sitzringpaket beim Einrichten**



**Bild 8: LASER Schweißen Sitzringpaket**