



Die richtige Wahl für Formierarbeiten

Formieren und Wurzelschutz sichern perfekte Schweißnähte





Durch Formieren profitieren

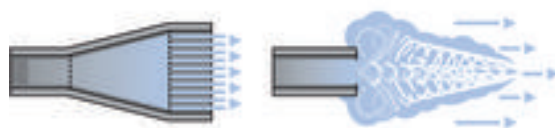
Seit mehr als 40 Jahren haben sich Wurzelschutz und Formieren in der Schweißtechnik bewährt. Sie ermöglichen eine Steigerung der Schweißnahtqualität und tragen zur Senkung der Folgekosten bei. Im Fokus stehen hierbei die Nacharbeit, Beizkosten, die damit verbundenen Transportkosten und der nicht unerhebliche Zeitverlust. Bei korrekter Formierung lassen sich Schweißnähte und Wurzeln erzeugen, die keiner Nacharbeit bedürfen.

Formieren und Wurzelschutz

Als Wurzelschutz wird das Umspülen der Schweißnahtwurzel und der Wärmeeinflusszone mit Schutzgasen bei gleichzeitiger Verdrängung der sauerstoffhaltigen Atmosphäre bezeichnet (DVS-Merkblatt 0937). Bezogen auf Rohrleitungen und Behälter spricht man vom Formieren. Angewendet wird dieses Verfahren bei der schweißtechnischen Verarbeitung von gasempfindlichen Werkstoffen wie z. B. bei hochlegierten CrNi-Stählen, um die Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe zu gewährleisten.

Ohne Formieren oxidieren die Wurzel und die Wärmeeinflusszone durch die sauerstoffhaltige Atmosphäre. Selbst bei der Verarbeitung von Rohren aus unlegierten Stählen werden gelegentlich Formiergase genutzt, um eine höhere Qualität der Wurzel zu erzielen.

Die Schweißung von gasempfindlichen Werkstoffen, wie beispielsweise Titan, Zirkon, Molybdän oder Magnesium, ist ohne Formieren sogar unmöglich.



Laminare und turbulente Strömung

Laminare Strömung statt Turbulenzen

Um qualitativ hochwertig und wirtschaftlich arbeiten zu können, müssen ein paar wichtige Grundregeln beachtet werden.

Eine der wichtigsten betrifft die Zuführung des Schutzgases zum Schweißnahtbereich. Diese sollte niemals unkontrolliert stattfinden. Eine optimale Schutzgaszufuhr erfolgt laminar.

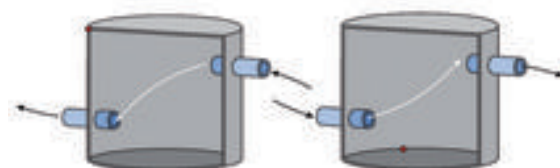
Im Falle einer turbulenten Strömung kommt es durch die Verwirbelung zu einem Gemisch aus Formiergas und Atmosphäre. Eine laminare Strömung wird mit Hilfe eines Diffusors erzeugt, wobei meist Rohre, Bleche oder Formteile aus Sintermaterial verwendet werden. Durch das Sintermetall wird die Gaszufuhr auf eine große Fläche verteilt, aus der das Formiergas laminar ausströmt.

Die Formierverfahren werden nach den physikalischen Eigenschaften der Formiergase unterteilt in:

- Formieren mit Gasen leichter als Luft
- Formieren mit Gasen schwerer als Luft
- Formieren mit Gasen gleicher Dichte wie Luft

Formieren mit Gasen, die leichter oder schwerer als Luft sind

Ausschlaggebend ist der Dichteunterschied zwischen Formiergasgemisch und Luft. Beim Einsatz von Gasgemischen mit einer höheren Dichte als Luft wird der Behälter von unten nach oben befüllt und besitzt im oberen Bereich eine Entlüftung, über die die verdrängte Atmosphäre abgeleitet wird. Bei Gasgemischen mit einer niedrigeren Dichte als Luft funktioniert der Mechanismus umgekehrt.



Formiergas (l.) leichter als Luft und (r.) schwerer als Luft, rote Markierung: Schweißnahtbereich



Wurzel ohne Wurzelschutz



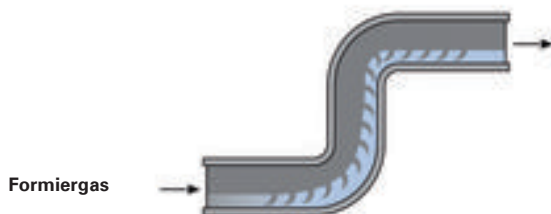
Wurzel mit Wurzelschutz



Die Auswahl des Verfahrens kann durch die vor Ort vorhandenen Formiergase bestimmt werden oder bei großen Bauteilen, beispielsweise wegen der Lage des Schweißbereiches im Bauteil, gezielt eingesetzt werden.

Formieren von Rohrleitungen

Beim Formieren von Rohrleitungen können bei großem Dichteunterschied zwischen Formiergas und Luft Probleme durch Vermischung entstehen. Um diese Vermischung zu verhindern, können Gasgemische mit gleicher Dichte wie Luft eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um Argon/Stickstoff/Wasserstoff-Gemische mit variablem Wasserstoffgehalt.



Strömung in Rohrleitungen

Das richtige Schlauchmaterial

Eine weitere, wichtige Komponente ist der Schutzgasschlauch selbst. Dabei ist das Schlauchmaterial ausschlaggebend. Handelsübliche PVC-Schläuche, die ursprünglich für den Transport von Druckluft gedacht sind, eignen sich für diese Aufgabe nicht. Das Schlauchmaterial ist in der Lage, Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufzunehmen und an das trockene Formiergas weiterzugeben. Nach DIN EN 559 gefertigte Schläuche mit entsprechender Kennzeichnung erfüllen in der Regel die Ansprüche und sind in jedem gut sortierten Schweißzubehörhandel erhältlich. Sparen kann an dieser Stelle sehr teuer sein!

Welches Gas für welche Anwendung?

Die in Frage kommenden Gasgemische basieren auf Argon oder Stickstoff. Zur Reduzierung des Restsauerstoffs wird den Gasen Wasserstoff zugemischt. Neben dem Dichteverhältnis zu Luft können für die Auswahl des geeigneten Gases nachfolgende weitere Kriterien angesetzt werden:

1. Der zu formierende Werkstoff – Gasempfindlichkeit?
2. Die Formieraufgabe – oberer oder unterer Bauteilbereich?
3. Die Bauteilform – Blech, Behälter oder Rohr?

Zwischen Werkstoffen und Gasen können Unverträglichkeiten auftreten. So können die Bestandteile der Formiergase durch die Bildung von Nitriden, Oxiden oder durch Wasserstoffrisse den Werkstoff schädigen. Dies ist bei der Auswahl der Formiergase besonders zu beachten. Die Tabelle gibt eine Übersicht über die empfohlenen Formiergase. Auch die Bauteilform kann einen Einfluss bei der Auswahl des Gases haben. Bei Rohren und Behältern mit komplizierten Geometrien ist ein Formieren mit Gasen leichter oder schwerer als Luft oft mit dem üblichen Problem der unregelmäßigen Formierergebnisse behaftet. Hier kann zum gleichmäßigen Befüllen des Behälters oder Rohres ein Gasgemisch mit der gleichen Dichte wie Luft eingesetzt werden. Kundenspezifische Argon-, Stickstoff-, Wasserstoff-Gemische mit unterschiedlichem Wasserstoffgehalt ermöglichen ein schnelles und sicheres Formieren.

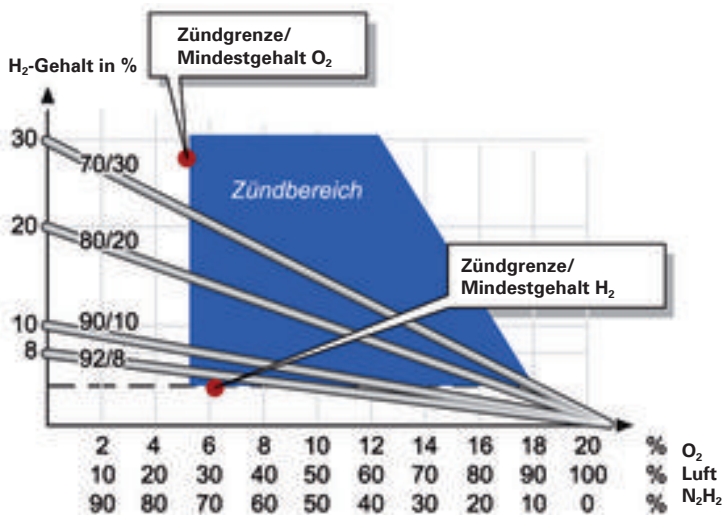
Wurzelschutzgase	Werkstoffe
Argon-Wasserstoff-Gemische	austenitische Cr-Ni-Stähle, Ni- und Ni-Basis-Werkstoffe
Stickstoff-Wasserstoff-Gemische	Stähle, mit Ausnahme hochfester Feinkornbaustähle, austenitische Cr-Ni-Stähle
Argon	austenitische Cr-Ni-Stähle, austenitisch-ferritische Stähle (Duplex), gasempfindliche Werkstoffe (Titan, Zirkonium, Molybdän), wasserstoffempfindliche Werkstoffe (hochfeste Feinkornbaustähle, Kupfer und Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminiumlegierungen sowie sonstige NE-Metalle), ferritische Cr-Stähle
Stickstoff	austenitische Cr-Ni-Stähle, austenitisch-ferritische Stähle (Duplex)



Zündbereich

Sehr wichtig ist die abschließende Überlegung: „Wie viel Wasserstoff benötige ich für meinen Formierprozess?“ Je nach Wasserstoffgehalt sind Formiergase an der Umgebungsluft brennbar. Diese müssen bei Austritt aus dem zu formierenden Bauteil abgefackelt werden. Die Zündgrenze liegt bei 4% H₂, abgefackelt werden muss bei 10% H₂ (DVS-Merkblatt 0937). Unterschieden werden selbstständig und nicht selbstständig brennende Formiergase. Bei nicht selbstständig brennenden Gemischen ist die Verwendung einer Pilotflamme erforderlich. Ein Risiko bei der Verwendung von brennbaren Formiergasen ist die Verpuffungsgefahr. Diese ist gegeben, wenn bei Beginn der Schweißarbeiten noch ein zündfähiges Formiergas/Luft-Gemisch vorliegt.

Das Formiergas/Luft-Gemisch im Behälter verändert während des Formierens kontinuierlich seine Zusammensetzung und durchläuft dabei einen zündfähigen Bereich.



Die Grafik zeigt die Zündbereiche unterschiedlicher N₂/H₂-Gasgemische.

Restsauerstoff

Beim Begasen eines Behälters oder Rohres mit Formiergas kommt es – trotz Einhaltung einer exakten Arbeitsweise – unweigerlich zu mehr oder weniger geringen Vermischungen mit der Atmosphäre. Der hierdurch entstehende Restsauerstoff-Gehalt führt beim Schweißen zur Oxidation der Oberfläche und äußert sich durch Anlauffarben. Bei fortlaufendem Formierprozess reduziert sich der Restsauerstoff-Gehalt im Behälter. Je nach Werkstoff ist vor Beginn der Schweißarbeiten ein ausreichend niedriger Restsauerstoff-Gehalt einzustellen. In der Regel liegt dieser bei ca. 20 - 50 ppm. Der Nachweis des Restsauerstoff-Gehaltes kann über ein geeignetes Messgerät erfolgen. Bei Serienbauteilen mit geringen Herstellkosten kann die optimale Spülzeit auch durch Variieren empirisch ermittelt werden.

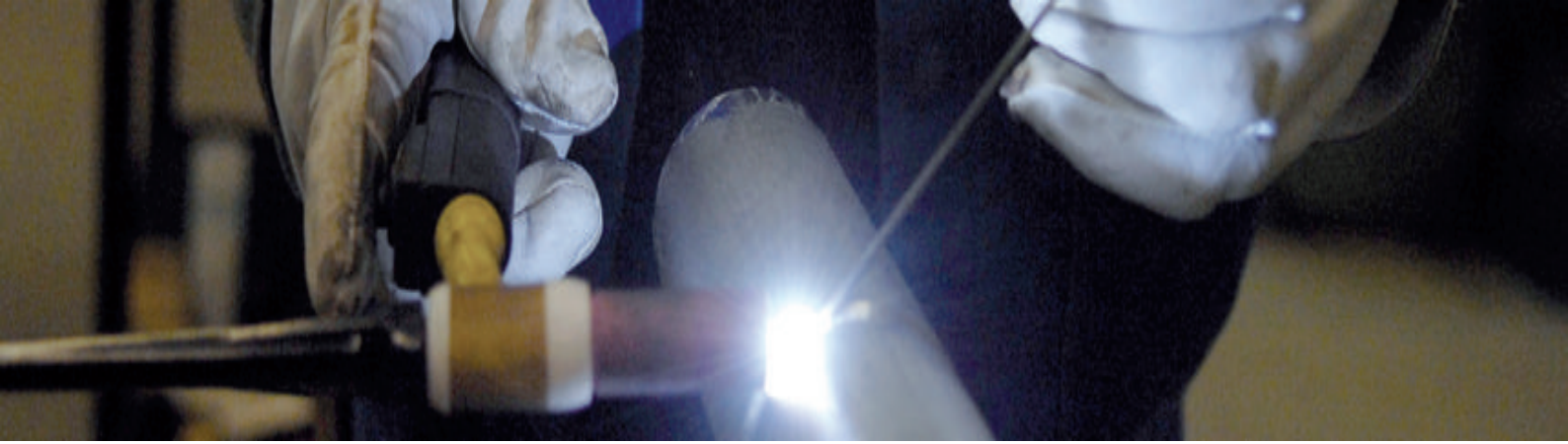


0 ppm 10 ppm 18 ppm 28 ppm



49 ppm 73 ppm 97 ppm 150 ppm

Einfluss des Restsauerstoff-Gehaltes auf das Formierergebnis



Vorspülzeiten ermitteln

Die Vorspülzeiten für die unterschiedlichen Bauteile sind bei korrekter Vorgehensweise nur vom erforderlichen Restsauerstoff-Gehalt abhängig. Das heißt, je empfindlicher der Werkstoff, desto länger die Vorspülzeit. Bei Blechen und unregelmäßigen Behältern kann der Restsauerstoff-Gehalt gemessen oder die Spülzeit empirisch ermittelt werden. Für das Formieren von Rohrleitungen gibt es eine grafische Darstellung als Anhaltspunkt (DVS-MB 0937) für die Ermittlung einer ausreichenden Spülzeit. In Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser kann die Spülzeit je laufender Meter Rohr ermittelt werden.

Hilfsmittel für Wurzelschutz und Formieren

Beim Wurzelschutz oder Formieren sollte der betroffene Bereich, wenn möglich, räumlich abgegrenzt werden. Hierzu gibt es im Handel zahlreiche Hilfsmittel.

Wurzelschutz bei Blechschweißungen

Bei Blechschweißungen ist der Wurzelbereich häufig zugänglich, so dass eine Formiervorrichtung aufgesetzt werden kann. Dies gilt sowohl für Stumpfstoße als auch für T- und Eck-Stöße. Durch die Vorrichtung muss eine vollständige Abdeckung der Wurzel und der Wärmeinflusszone erreicht werden. Prinzipiell ist zwischen Stumpf- und T-Stößen zu unterscheiden. Nach Beendigung der Schweißarbeiten ist die Bauteiltemperatur zu messen und die Abdeckung erst nach einer ausreichenden Abkühlung zu entfernen.

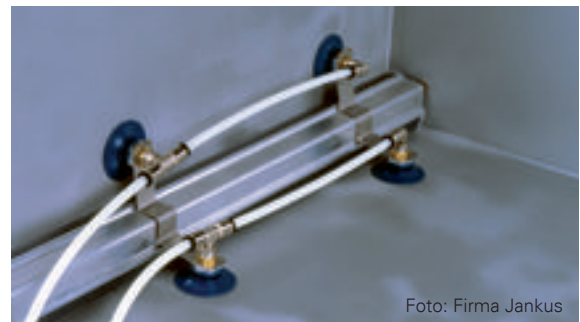
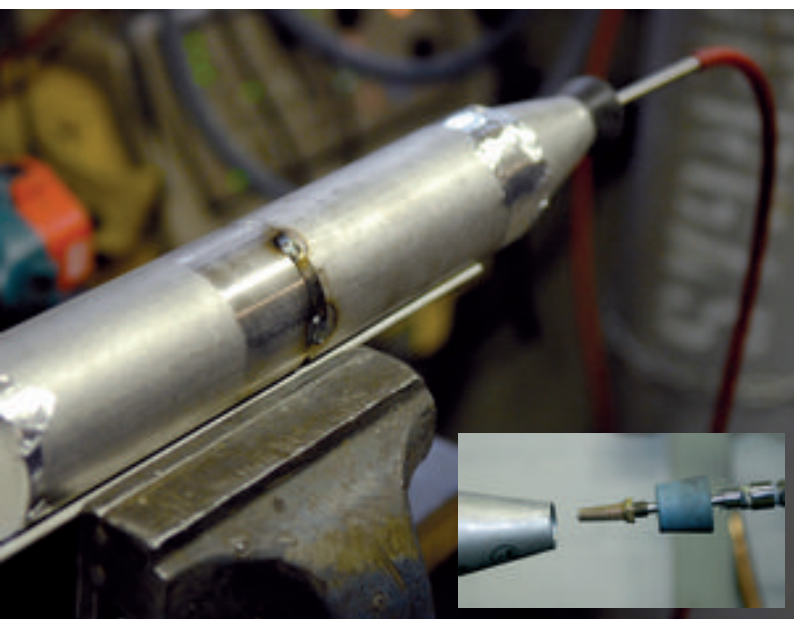


Foto: Firma Jankus

Schutzgas-Winkel-Profil für Ecknähte



Sintermetall Schutzgasfinger zum Formieren von Rohren

Formieren von Rohren und Behältern

Gegenüber dem Wurzelschutz bei Blechschweißungen ist das Formieren von Rohrleitungen und Behältern komplizierter.

Häufig sind die Wurzeln der Fugestellen schlecht zugänglich. Eine ausreichende Abdeckung des Wurzelbereichs mit Formiergas kann meist nur durch geeignete Formiervorrichtungen oder im Grenzfall durch komplettes Füllen des Rohres oder Behälters mit Formiergas realisiert werden.

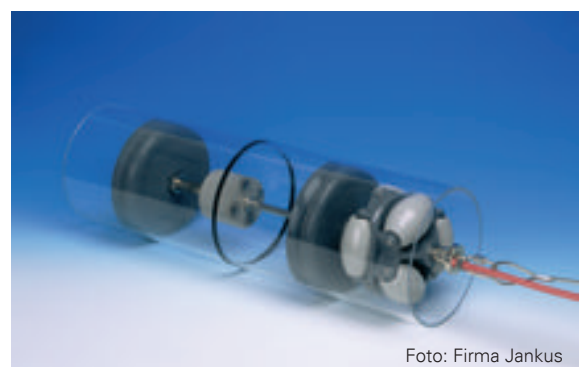
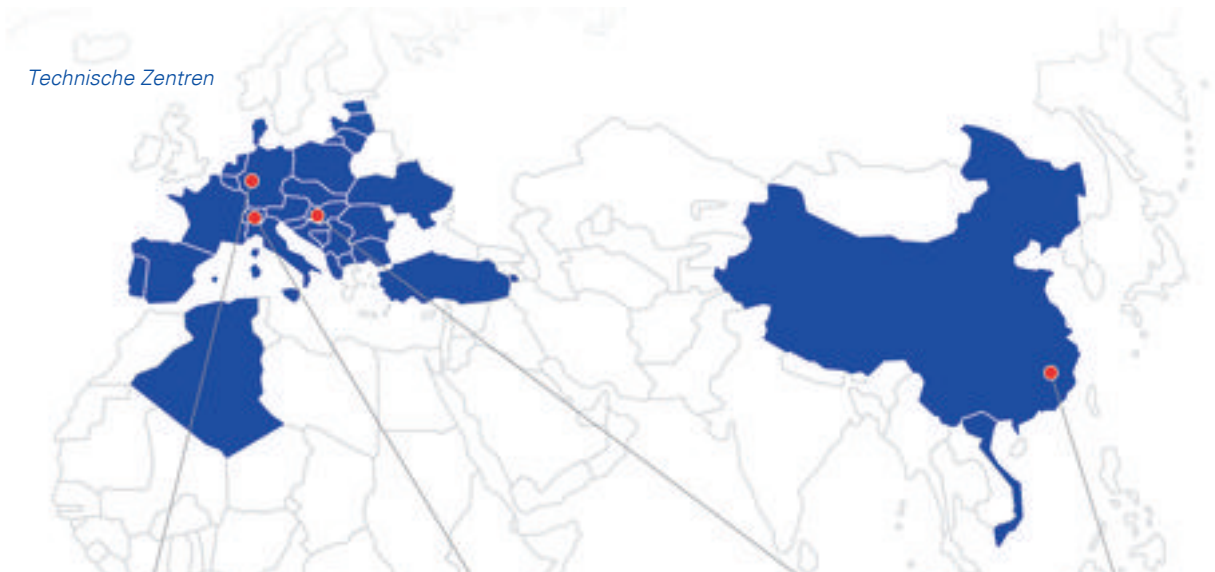


Foto: Firma Jankus

Schutzgaszylinder zum Formieren von Rohren

Beratung, Lieferung, Service

Technische Zentren



Krefeld



Dällikon



Budapest



Shanghai

Technische Zentren: Quellen für Innovationen

Zur Entwicklung neuer Technologien im Bereich Schweißen und Schneiden betreibt Messer in Deutschland, der Schweiz, Ungarn und China Technische Zentren. Hier bieten sich beste Voraussetzungen für Innovationsprojekte sowie Kundenpräsentationen und Schulungen.

Gaseprogramm: umfassend und klar

Messer bietet ein Gaseprogramm, wie es nicht selbstverständlich ist: Das beginnt mit dem passenden Gas für jede Anwendung, geht über die nachvollziehbare, anwendungsorientierte Namensgebung der Produkte und reicht bis hin zu immer wieder neuen Gasgemischen, passend zu den aktuellen Trends.

Fachberatung: direkt vor Ort

Direkt in Ihrer Anwendung zeigen wir Ihnen, wie Sie Ihre Prozesse in Richtung Effizienz und Qualität optimieren können. Wir unterstützen Sie bei der Fehlersuche genauso, wie bei Verfahrensentwicklungen.

Kostenanalysen: schnell und effizient

Gerne analysieren wir Ihre bestehenden Prozesse, entwickeln Optimierungsvorschläge, begleiten Prozessänderungen und vergleichen das Ergebnis mit dem Ur-Zustand – denn Ihr Erfolg ist auch unser Erfolg.

Schulungen: auf dem neuesten Stand

Für einen optimalen Umgang mit unseren Gasen schulen wir Sie bezüglich Verfahren und deren Anwendung. Unsere Schulungen zeigen den Einsatz der unterschiedlichen Schweißschutzgase und erläutern den sicheren Umgang damit. Dazu gehören auch die Lagerung der Gase und der sichere Transport kleiner Mengen. Informations- und Schulungsmaterial für Ihren Betrieb gehören natürlich auch zum Service.

Diese und viele weitere Broschüren können Sie auch im Internet als PDF-Datei herunterladen: www.messergroup.com



Messer Group GmbH
Gahlingspfad 31
47803 Krefeld
Tel. +49 2151 7811-0
Fax +49 2151 7811-503
welding-technology@messergroup.com
www.messergroup.com