

## THERMISCHES RICHTEN MIT TIEFENINDUKTION IM STAHL- UND METALLBAU

# Die beste Alternative?

Thomas Vauderwange, Offenburg

Dass man mit Tiefeninduktion beim thermischen Richten vieles anders macht als mit dem Autogenbrenner, das haben inzwischen schon viele mitbekommen. Dass sich bei konsequenter und fachgerechter Umsetzung aber sogar Kaltrichtvorgänge wirtschaftlich ersetzen lassen, war nicht unbedingt klar; und dass es möglich ist, mit von Hand geführter Induktion – bei Einsatz der richtigen Technologie – die Forderungen des Arbeitsschutzes zu erfüllen, ebenfalls nicht.



▲ Bild 1. Mitoba-Inhaber Michael Bartel berichtet Haba-Hähnle-Vertriebsleiter Ulli Reichert über die Tiefeninduktions-Anwendungen.

„Wir haben uns von der Vorführung erst einmal nicht viel versprochen“, macht Michael Bartel (Bild 1), Gründer und Inhaber von Mitoba Metallbau in Assamstadt (Bild 2), klar, als er von seiner ersten Begegnung mit der Tiefeninduktion berichtet. „Ulli Reichert von unserem Schweißfachhändler Haba Hähnle aus Neckarsulm hatte das Thema immer wieder angesprochen, wir waren aber eher auf dem Weg weg von der Flamme und hatten immer wieder die Richtpresse im Einsatz.“ Dann aber sei es

doch zu der Vorführung gekommen, nach der die Mitarbeiter das Gerät nicht mehr hergeben wollten. Warum das so ist, wird bei einem Blick auf die alltäglichen Anwendungsfälle schnell klar.

In der Fertigungshalle sieht man Schweißer und Schlosser Sergej Popov beim Schweißen eines großen Rahmens aus Chrom-Nickel-Stahl (Bild 3). Beim T-Stoß der Vierkantrohre (100 mm × 100 mm) mit einer Wanddicke von 5 mm unter Verwendung des Wolfram-Inertgas(WIG)-Schweißverfahrens kommt es fast unvermeidlich zum Schweißverzug. Wie man so etwas thermisch richten kann, weiß jeder, der eine Flammrichtausbildung hat: mit einer Schrumpfung durch verhinderte Ausdehnung auf der Gegenseite – soweit die Theorie. Damit man aber genau so eine Schrumpfung erzeugen kann, muss die Wärme in diesem Fall den Werkstoff komplett durchdringen. Im Fall der Au-

togenflamme (übrigens wie bei den nicht tiefenwirksamen Induktionsverfahren) ist das nur über Wärmeleitung möglich; und damit entweder – nicht fachgerecht – über extreme Oberflächentemperaturen, die die Werkstoffeigenschaften bleibend verschlechtern, oder aber – fachgerecht – mit deutlich mehr Geduld und geringeren Oberflächentemperaturen.

Die Alternative zeigt Popov: Mit dem Tiefeninduktionsverfahren (Bild 4) erscheint die Glut sehr schnell auch auf der Innenseite (Bild 5), und die Temperatur an der Oberfläche ist nur unwesentlich höher. Außerdem ist die erwärmte Zone sehr schmal, dadurch die eingebrachte Wärmemenge deutlich kleiner. Der Vorteil: Es geht wesentlich schneller, sowohl die Wärmeeinbringung als auch die Abkühlzeit. Damit ist im Prinzip auch schon auf den Punkt gebracht, warum die Tiefeninduktion bei Mitoba Metallbau ihren Einzug halten konnte: Produktivitätsgewinn, langfristige Kostenersparnis und schnelleres Arbeiten.

## Nachhaltiges Richtergebnis

„Da waren immer wieder die Fälle beim Schwarzstahl, bei denen nach dem Kaltrichten alles gerade war – aber sei es das Feuerverzinkungsbad oder ein längerer



▲ Bild 2. Das Firmengebäude von Mitoba Metallbau in Assamstadt

## TECHNOLOGIE UND TRENDS



Bild 3. WIG-Schweißen eines Rahmens aus Chrom-Nickel-Stahl-Vierkantrohren (100 mm x 100 mm x 5 mm) im T-Stoß mit Kehlnähten



Bild 4. Der entstandene Verzug wird schnell durch einige einfache Richtfiguren beseitigt.



Bild 5. „In die Röhre geschaut“ – speziell bei Chrom-Nickel-Stahl mit seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit macht die Wirtiefe den Unterschied: schnelles Durchglühen ohne extreme Oberflächentemperaturen.

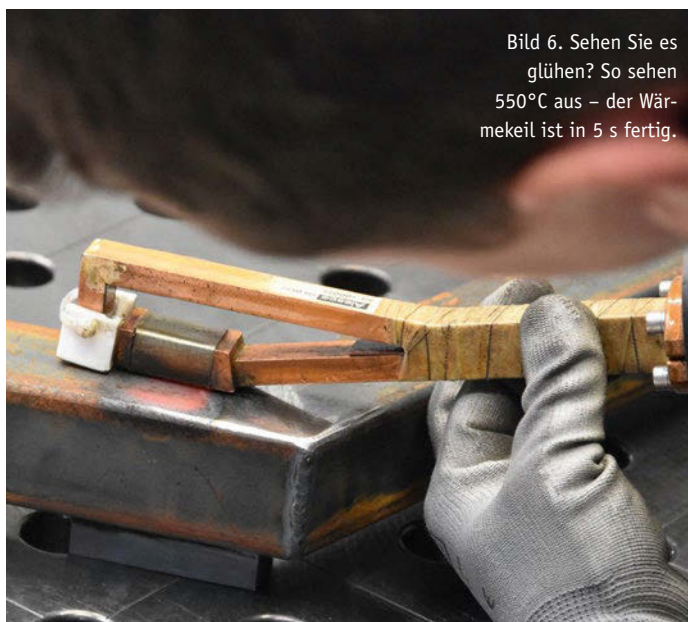


Bild 6. Sehen Sie es glühen? So sehen 550°C aus – der Wärmekeil ist in 5 s fertig.

### INFO

## Mitoba Metallbau

Gegründet 2007 und bis heute inhabergeführt von Michael Bartel, hat Mitoba Metallbau 17 Mitarbeiter und ist seit 2013 in einem stattlichen Neubau am Ortsrand von Assamstadt im Nordosten von Baden-Württemberg zu finden. Mit einer Zertifizierung nach EXC2 der DIN EN 1090 ist das Unternehmen Zulieferer für den Anlagenbau und die Automobilindustrie, Spezialist für Treppen, Zäune, Tore und Geländer sowie klassische Bauschlosserei.

Lkw-Transport: Auf einmal war alles wieder krumm“, erinnert sich Bartel – und ist froh, dass es in seinem Betrieb jetzt möglich ist, ein Richtergebnis zu haben, was auch bleibt. „Mit der Flamme kann man das auch, aber dort ist die Anwendung wesentlich schwieriger, man hat mehr Lärm durch den Brenner in der Halle, und es dauert deutlich länger. Das war für uns damals der Grund, vom thermischen Richten wegzugehen. Mit der Tiefeninduktion sind wir nun wieder dorthin zurückgekehrt.“

Ein weiteres schönes Anwendungsbeispiel führt Igor Diener vor. Der Metallbau-

er und Schweißer ist seit 2012 im Betrieb und ebenfalls ein Richtspezialist. An einer Schweißkonstruktion aus Vierkantrohr S355J2H der Abmaße 50 mm x 50 mm, bei der aufgrund unterschiedlicher Schweißungen auf Ober- und Unterseite gut 2 mm Verzug zu messen waren, streicht er auf der Gegenseite jeweils kurz über das Bauteil, sodass nur eine leichte Glutspur zu sehen ist (**Bild 6**). Die Geschwindigkeit dabei dürfte etwa 60 cm/min betragen. Es wird nur einmal darüber gestrichen, ohne an einer Stelle anzuhalten. Dann ist das Unerwartete geschehen: Ohne dass der Rahmen in



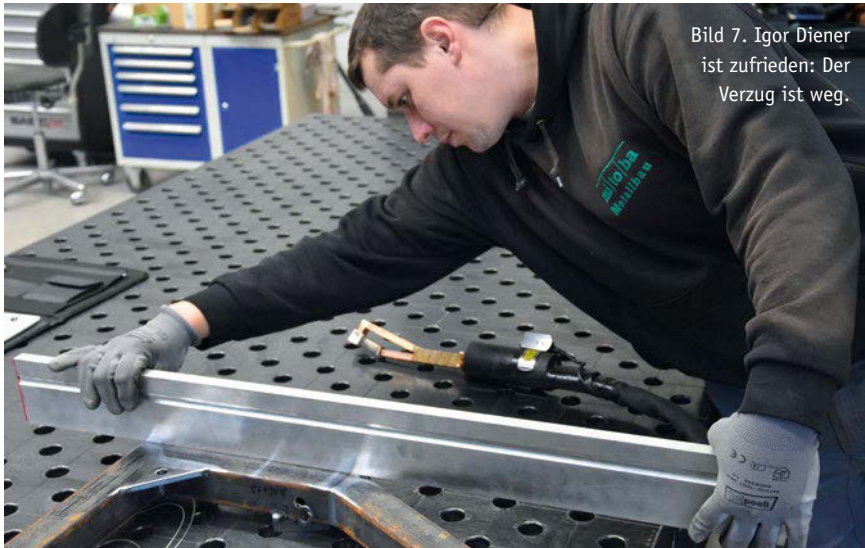
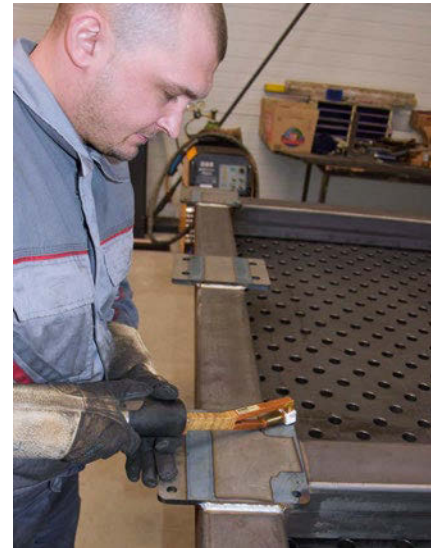


Bild 7. Igor Diener ist zufrieden: Der Verzug ist weg.



▲ Bild 8. Wo und warum an diesem Grundrahmen Verzug war, dürfte klar sein. Nicht klar ist aber, dass es bei diesen Richtstrichen kaum glühen muss und der Richterfolg ohne Dehnungsbehinderung sofort eintritt. Sergej Popov zeigt, wie es geht.



▲ Bild 9. Was Diener hier zeigt, ist für einen erfahrenen Flammrichter auf den ersten Blick gewöhnungsbedürftig, funktioniert aber zuverlässig und schnell.



▲ Bild 10. Auch dieses große Bauteil wurde durch Tiefeninduktion ohne Dehnungsbehinderung werkstoffschonend gerichtet.

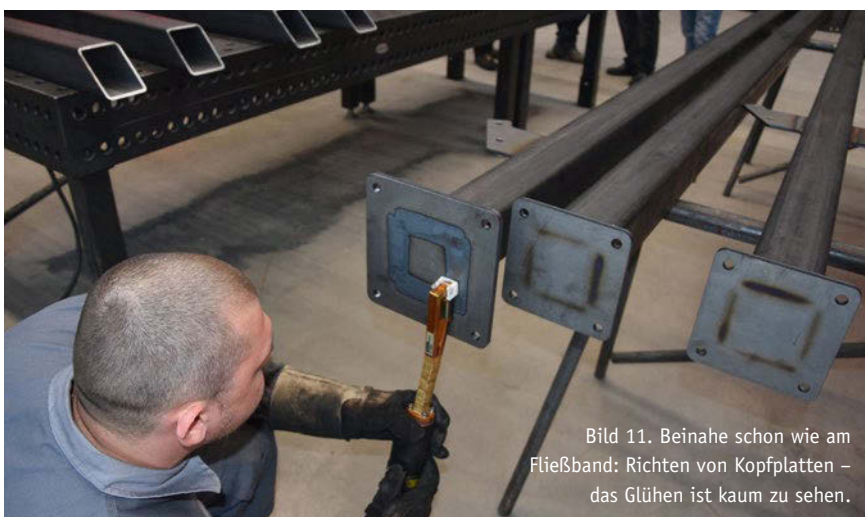


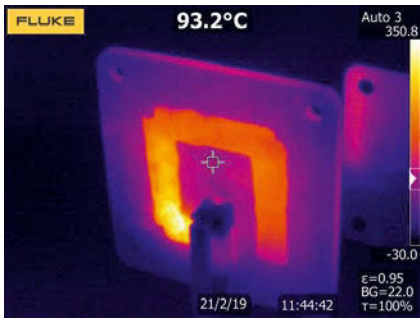
Bild 11. Beinahe schon wie am Fließband: Richten von Kopfplatten – das Glühen ist kaum zu sehen.

irgendeiner Weise zur Dehnungsbehinderung verspannt wurde – vor allem aber, ohne auf ein Abkühlen zu warten – legt Diener das Richtlineal auf, und der Verzug ist beseitigt (Bild 7).

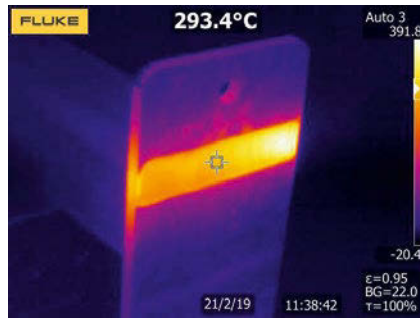
Das passt beim Richten mit Tiefeninduktion aber ins Bild. Denn nichts anderes zeigt Popov am Nachbarschweißstisch. Bei den seitlich angeschweißten Flanschplatten an einem Big-Bag-Untergestell für die Lebensmittelindustrie sind Richtstriche zum Zurückholen des Verzugs ohne Dehnungsbehinderung normalerweise wirkungslos. Aber auch hier ist die lokale Schrumpfung durch die Wirtiefe des Verfahrens entscheidend: einmal in der passenden Geschwindigkeit über die Gegenseite streichen, und es ist passiert (Bild 8) – wenn man den Verzug nicht „festgeschweißst“ hat, also weitere Nähte an einer Baugruppe gesetzt hat, die unter Verzug stand. Diese Gefahr besteht übrigens schon bei mehrlagigen Nähten! Die erste Naht erzeugt den größten Verzug, möglicherweise fixiert man diesen dann mit den nächsten zwei Lagen.

An dieser Art von Bauteil hat man aber nicht nur den Verzug innerhalb der Flanschplatte. Zusätzlich führen deren Schweißnähte, die es nur auf einer Seite des Vierkantrohrs (100 mm × 100 mm, Wanddicke

TECHNOLOGIE UND TRENDS



▲ Bild 12. Die Wärmebildkamera gibt einen Eindruck über die geringen Übertemperaturen an der Oberfläche, wenn über die Kopfplatte gestrichen wird.



▲ Bild 13. In diesem Wärmebild sieht man auch auf die Kante und kann direkt nach dem Wärmevergange ein Bild von der relativen Gleichmäßigkeit der Erwärmung bekommen.

5 mm) gibt, zu einem Verzug der gesamten Rohrkonstruktion. Dieser wiederum lässt sich recht problemlos mit einer „Gegenschumpfung“ auf der Außenseite des Vierkantrahrs beseitigen (Bild 9 und 10).

Auch hier kommt jemand mit reiner Flammrichterfahrung ins Staunen. Norma-

lerweise würde man als Richtfigur zwei Keile auf der Außenseite erwarten, die auch hier wieder nur wirksam sind, wenn durch eine passende Einspannung des Bauteils eine Ausdehnungsbehinderung bereitgestellt wird. Ganz anders ist der Ansatz mit der Tiefeninduktion: Es wird über die zwei Kanten

gestrichen, auf einer Länge, die etwa 5 cm vor der Flanschplatte beginnt und 5 cm nach deren Ende aufhört. Interessant ist, was Diener dazu noch kommentiert: „Hier kommt es darauf an, ob es kalt- oder warmgewalzter Stahl ist. Je nach Material setzen wir in der Mitte zwischen den Richtstrichen noch zwei Punkte.“ Einmal herausgefunden, wird das dann immer wieder genau so reproduziert. Man sieht mit dem ersten Richtstrich, wie der Werkstoff reagiert.

Popov bringt es auf den Punkt, als er uns zeigt, wie schnell mit dem neuen Verfahren ganz gewöhnliche Kopfplatten an Trägerenden gerichtet werden (Bild 11): „Für die vier Träger mit Kopfplatten beidseitig hätte ich mit der Flamme mindestens 20 min gebraucht. Jetzt ist das in 5 min erledigt. In den beiden Wärmebildaufnahmen kann man das in etwa nachvollziehen (Bild 12 und 13). Während direkt unter dem

INFO

Elektromagnetische Gefährdung

Man sieht sie nicht, man hört sie nicht: Elektromagnetische Felder umgeben uns ständig in verschiedenster Form. Das ist aber nicht das Thema. Wenn die Felder jedoch eine gewisse Feldstärke überschreiten, wird es problematisch – denn dafür ist beispielsweise das menschliche Körpergewebe nicht ausgelegt. Die elektromagnetische Flussdichte wird in der Maßeinheit Tesla (T, zumeist mT oder  $\mu$ T) angegeben. Je nach Werkstoff, auf den sie einwirkt, ergibt sich bei gleicher Flussdichte eine mehr oder weniger große Feldstärke. Entscheidend für Gefährdung oder Nichtgefährdung ist die Kombination aus der vorhandenen Flussdichte, der Frequenz des

Wechselfelds und der Expositionsdauer. Entsprechend abgestuft gibt es zugehörige Vorsorgegrenzwerte für nicht zu überschreitende Flussdichten, verbindlich niedergelegt in der DGUV-15.

Bei vielen Induktionsanwendungen ergeben sich große Gefahrenbereiche, teilweise metergroß! Bei der hier verwendeten Tiefeninduktion (Bild 14) ist der Gefahrenbereich jedoch auf eine Zone von etwa 10 cm um den Feldverstärker beschränkt, die extrem niedrigen Grenzwerte gegenüber Herzschrittmachern und Defibrillatoren werden schon in einem Abstand von etwa 50 cm zum Feldverstärker unterschritten. Rings um Gerät und Schlauchpaket sind die messbaren Flussdichten weit unterhalb aller Grenzwerte.

Ganz anders ist das übrigens bei den Schlauchpaketen von Schweißstromquellen: Hier ist die Zone rings um das Schlauchpaket mit einer erheblichen Flussdichte beaufschlagt. Genau das ist der Grund dafür,



◀ Bild 14. Bei Mitoba ist das Tiefeninduktionsgerät „A4000“ mit 18 kW Induktionsleistung im Einsatz (Stromanschluss: 3 x 400 V/32 A)



▲ Bild 15. Elektromagnetische Gefährdung sollte nicht auf die leichte Schulter genommen werden – eine Messung schafft Klarheit. (Bilder: Vauderwange)

dass man das Schlauchpaket während des Schweißens keinesfalls am Körper/über der Schulter tragen soll.

Vorsicht: Diese Details sind bei der Induktion von Technologie zu Technologie grundverschieden – auch bei ähnlichem äußeren Aufbau. Im Zweifelsfall schafft ein Messtermin mit den Spezialisten der Berufsgenossenschaft Klarheit (Bild 15).



## Verwendete Quellen und weiterführende Literatur

- Der Praktiker 10/2013, S. 496–498, zum Thema der Tiefenwirkung und der Energiebilanz der Tiefeninduktion;
- Der Praktiker 10/2015, S. 454–459, mit einem Bericht über Richtanwendungen im Stahl- und Maschinenbau;
- Der Praktiker 11/2016, S. 538–543: „Träger richten in Theorie und Praxis – ein Verfahrensvergleich“;
- DVS-Berichte Band 315, S. 537–546, mit einer grundlegenden Beschreibung der Technologie – auch im Unterschied zu bislang gängigen Induktionstechniken – und den Auswirkungen auf den thermischen Richtvorgang;
- DVS-Berichte Band 327, S. 6–13: „Thermisches Richten – keine schwarze Magie mit der richtigen Theorie!“;
- DVS-Berichte Band 337, S. 468–475: „Vorwärmen statt Richten: Eine Frage der richtigen Technologie?“;
- Richtlinie DVS 1145: „DVS-Lehrgang Flammrichtfachkraft“;
- Patentschrift DE 10 2014 011 551: Verfahren und Vorrichtung zum minimal-invasiven Richten von Metallen;
- DGUV Vorschrift 15 und Forschungsbericht FB 400-D zum Thema der elektromagnetischen Gefährdung am Arbeitsplatz.

Induktor bei dem gezeigten Verfahren kurzzeitig (!) durchaus 600°C erreicht werden dürften, nimmt diese Temperatur danach schnell ab. Bei entsprechenden Aufnahmen mit der Flamme sieht man in der Praxis durchaus 900°C – und das, obwohl der Flammrichter glaubt, sich im Bereich der Dunkelrotglut zu befinden.

### Lösungen für Betriebe aller Größen

So fasst es dann auch Ulli Reichert vom Fachhändler Haba Hähnle aus Neckarsulm zusammen: „Es ist eine einzigartige Technologie; weit entfernt davon, nur ein Ersatz der offenen Flamme zu sein. Die Tiefeninduktion haben wir seit 2011 im Programm. Anfangs noch als Nischentechnologie ein-

geschätzt, öffnet die Technologie heute Türen bei den Kunden, weil man inzwischen mit dem Anwendungs-Know-how in der Lage ist, Lösungen für Betriebe aller Größen aufzuzeigen. Mit mehr als genug Referenzkunden kann die Amortisierung der doch ordentlichen Investitionssumme aufgezeigt werden.

Es geht nicht einfach um ‚Induktion‘. Dies dem Anwender verständlich zu machen, ist entscheidend, denn viele meinen, heute dies auch zu können. Der Teufel steckt aber wie so oft im Detail. Mit unkontrollierten Oberflächentemperaturen, die bei einfacher Technologie ohne notwendige Wirtiefe passieren, ist eben nichts Gutes erreicht und nichts gekonnt.“

Den üblichen Vorbehalten gegenüber der Induktion, nämlich viel zu große elektromagnetische Gefährdung und zu großer Strombedarf, begegnet man inzwischen routiniert. Mit einem gut 10 cm großen Gefahrenbereich und im Höchstfall einem 32-A-Netzanschluss (inklusive Kühlung) braucht man sich nicht zu verstecken. ■



Dipl.-Ing. Thomas Vauderwange, MBA, SFI/IWE, Geschäftsführer, VauQuadrat GmbH, Offenburg, tv@vauquadrat.com

Anzeige

Sie ist stark, sie ist vielseitig,  
sie ist zukunftssicher,  
sie ist **SIGMA SELECT**

Die modular aufgebaute Schweißmaschine passt sich ihren Bedürfnissen an. Fügen Sie einfach Programme und Funktionen hinzu.

Sigma Select ist für die Zukunft gebaut. Damit ist Ihre Schweißausrüstung auf Jahre sicher.



[migatronik.com](http://migatronik.com)