

DER PRAKTIKER

Das Magazin für Schweißtechnik und mehr

Schnell, prozesssicher, materialschonend:

Thermisches Richten von CrNi-Stahl



Tiefeninduktion:

- Leistungsstark
- Energieeffizient
- Kaum Lärm
- Keine Blendung
- Reproduzierbar und risikoarm wärmen
- Keine unkontrollierbar davonlaufenden Oberflächentemperaturen
- Minimalinvasiv: Richteffekt ohne Warten
- Ferrite, Austenite, Duplex, Vergütungsstähle,...



Flexibel und sauber arbeiten:

Gemeinsames Erfassen und Filtern von Schleifstäuben und Schweissrauchen

Seite 18

Möglichkeiten und Herausforderungen:

Werkstoffschonendes thermisches Richten von Chromnickelstahl mit Tiefeninduktion

Seite 22

Schlanke Linie als Zukunftsmodell im Stahlbrückenbau:

Konstruktion und Bau der neuen Neckarbrücke in Stuttgart mit Längsprofilblechen

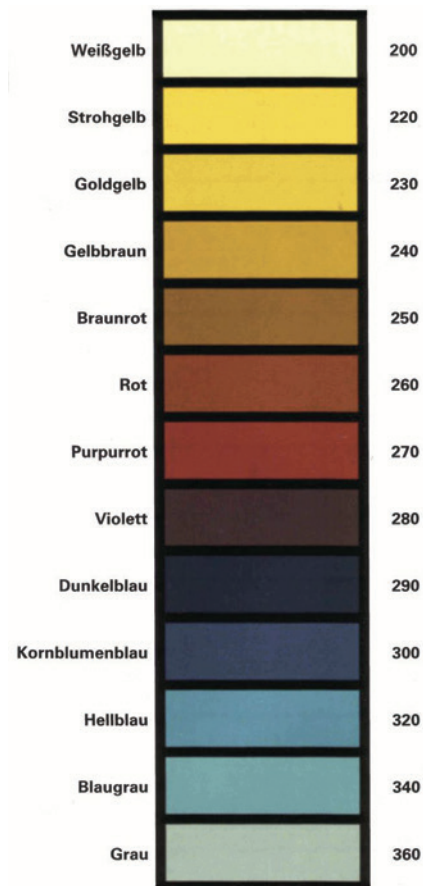
Seite 30

WERKSTOFFSCHONENDES THERMISCHES RICHTEN VON CHROMNICKELSTAHL MIT TIEFENINDUKTION

Möglichkeiten und Herausforderungen

Thomas Vauderwange, Offenburg

Das thermische Richten von Chromnickelstahl ist kompliziert und knifflig. Mit der Flamme oder mit normaler Induktion ist es kaum fachgerecht beherrschbar. Mit Tiefeninduktion sieht das aber ganz anders aus.



▲ Bild 1. Sofern die Temperatur an Luftsauerstoff lange genug einwirkt, gibt die resultierende Verfärbung des Stahls eine gute Vorstellung über die Temperatur, die geherrscht hat.

Die bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 für nichtrostende Stähle drückt sich eindeutig aus: „Das Flammrichten von Bauteilen aus nichtrostenden Stählen sollte vermieden werden. Falls es unumgänglich ist, sind die maximalen Temperaturen so niedrig und die Glühzeiten so kurz wie möglich zu halten.“ (Quelle: Deutsches Institut für Bautechnik, Sonderdruck 862). Die DIN EN 1090-2 übernimmt und verschärft diese Aussage im Abschnitt 6.5.3.2 eher noch.

Was ist der Hintergrund dieser Einschränkungen? Einerseits weisen die Lehrgangunterlagen der GSI SLV für die Ausbildung der Schweißaufsichtspersonen in Kapitel 2.15 darauf hin, dass beim Einsatz der Flamme die Gefahr der Aufkohlung besteht. Eine brenngasüberschüssige Flamme wäre die Ursache, und es bestünde die Gefahr der Bildung von Chromcarbiden und damit Anfälligkeit für intrakristalline Korrosion; das aber nur bei einer nicht korrekten Einstellung des Brenners.

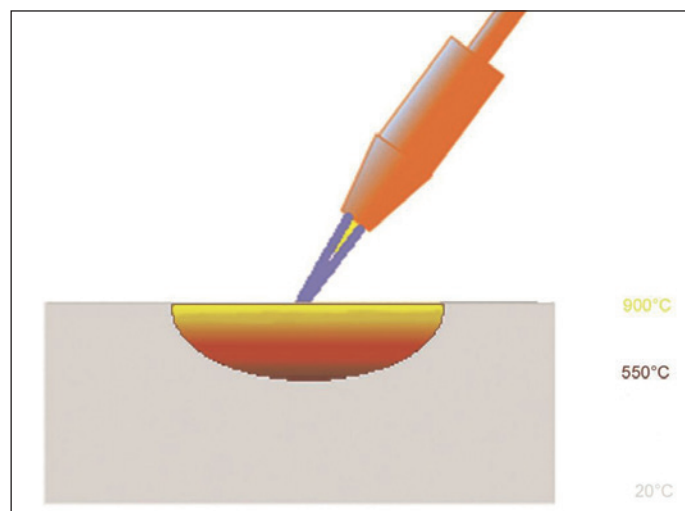
„Chrombergbau“ durch Überhitzung

Die herausragenden Eigenschaften eines „nichtrostenden Stahls“, seien es Chromnickel-Austenite wie der 1.4301 für die niedrigeren Korrosionsbeständigkeiten der Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC II nach Eurocode 3 (DIN EN 1993 Anhang A) oder Duplexstähle der CRC IV wie der 1.4462, sind auf definierte Legierungszusammensetzungen und beispielsweise einen gewissen Mindestgehalt an Chrom oder auch Molybdän in der Oberfläche und den direkt darunter liegenden Schichten zurückzuführen. Nun ist es aber nicht so, dass eine Oxidation des Chroms in der Oberfläche direkt schon den Korrosionsschutz in Frage stellt, im

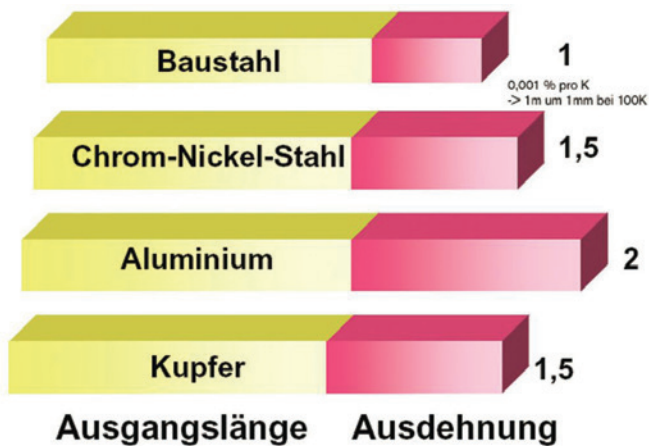
Gegenteil. Der primäre Mechanismus des Korrosionsschutzes bei derlei Stählen besteht sogar darin, dass sich auf der Oberfläche eine definierte, sehr dünne „Passivschicht“ ausbildet, die genau aus einem Chromoxid besteht.

Worin liegt also das Problem, was passiert denn nun Schlimmes, wenn der Stahl anfängt, über Verfärbungen (ob man die nun Anlauffarben oder Anlassfarben nennt...) eine Zustandsveränderung anzuzeigen? Im Prinzip geht es darum zu verstehen, dass die veränderten Oberflächenfarben einen Hinweis darauf geben, bis in welcher Tiefe das Chrom wegoxidiert wurde. Bei Farbtönen im Bereich gelblich oder braun ist diese Beschädigung nicht so tiefgreifend wie bei Farbtönen wie violett, blau oder gar grau.

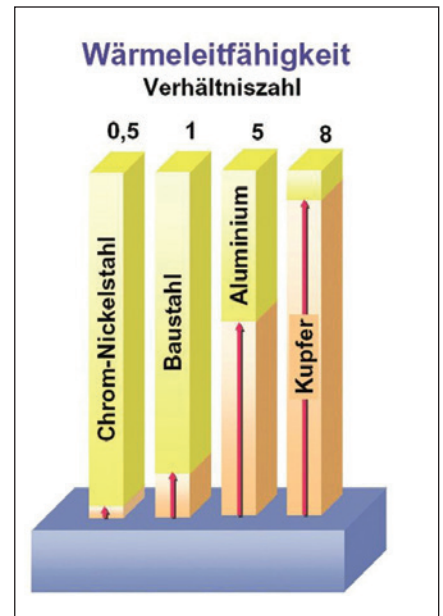
Genau in den ersten Schichten unterhalb der Oberfläche muss aber genügend Chrom übrigbleiben, um die Passivschicht auszubilden. Und das ist bei vorhandenen Anlauffarben als Indikator für „Chrombergbau“ durch Überhitzung oft nicht mehr der Fall – was zu nicht mehr vorhandenem Korrosionsschutz führt, womit eben die entscheidende, positive Eigenschaft eines nichtrostenden Stahls dahin wäre, spätestens ab Anlauffarbe blau.



◀ Bild 2. Vereinfachter Temperaturverlauf in einem Stahl beim Flammrichten



◀ Bild 3. Wärmeausdehnungskoeffizient unterschiedlicher Metalle



▲ Bild 4. Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Metalle

Es stellt sich nun anhand der Temperaturskala in **Bild 1** die Frage, wie dann thermisches Richten überhaupt mit nichtrostenden Stählen funktionieren soll, wenn doch die Anlauffarben im blauen Bereich schon bei etwa 300°C unvermeidlich erscheinen und man zumindest beim Flammrichten das optisch deutlich sichtbare Glühen (also Temperaturen über 600°C) wahrnimmt. Hierbei ist es wichtig zu verstehen, dass die entsprechenden Anlauffarben nur dann entstehen, wenn die betreffende Temperatur in Gegenwart von Luftsauerstoff lange genug vorlag. Unter einer Schutzgasatmosphäre oder in Vakuum würde der nichtrostende Stahl entsprechend nicht anlaufen – für das Richten mit dem Brenner sicher keine Alternative.

„Verhinderte Ausdehnung“ als Randbedingung

Werfen wir an dieser Stelle aber erst einmal einen grundlegenden Blick auf die Entstehung des gewünschten Richteffekts. Wie in **Bild 2** gezeigt, gibt es in erster Näherung zwei Temperaturzonen im Werkstück. Eine davon wird auf die Richttemperatur erwärmt. Hier gezeigt sind 550°C, das entspräche einem so dunklen Glühen, dass es nur in einem dunklen Raum sichtbar ist. Der umliegende Werkstoff ist nicht erwärmt. In Wirklichkeit gibt es zwischen den Zonen natürlich immer einen Temperaturverlauf, für das Verständnis des Effekts ist das aber nicht von Belang.

Wichtig als Randbedingung ist die „verhinderte Ausdehnung“. Im Betrachtungsfall geht es darum, dass ein Blechstück, was nur im oberen Drittel erwärmt wird, oben länger werden müsste, sich also bananenförmig in der Mitte nach oben wölben würde – wenn man

es lässt. Beim Flammrichten wäre es nun üblich, das Blech beispielsweise mit Klammern auf dem Schweißstisch niederzuhalten, sodass die Ausdehnungsbewegung nicht stattfinden kann.

Um wie viel sich der Werkstoff ausdehnen möchte, ist abhängig von dessen Längenausdehnungskoeffizient. Im direkten Vergleich (**Bild 3**) erkennt man eine Besonderheit des Chromnickelstahls: Dessen Wärmeausdehnung ist bei gleicher Temperaturänderung eineinhalb mal so groß wie die eines ferritischen Baustahls.

Auf die Situation in **Bild 2** übertragen bedeutet das, dass die dunkelrote Zone bei erhöhter Temperatur größer sein müsste, aber auf die Ausmaße in kaltem Zustand zusammengepresst ist. Nun die entscheidende Frage: Ist das eine elastische Verformung, und nach dem Abkühlen ist alles wie vorher – oder aber ist es gelungen, eine plastische Verformung in Form einer bleibenden, gleichmäßigen Stauchung und damit den gewünschten Richteffekt zu erzielen?



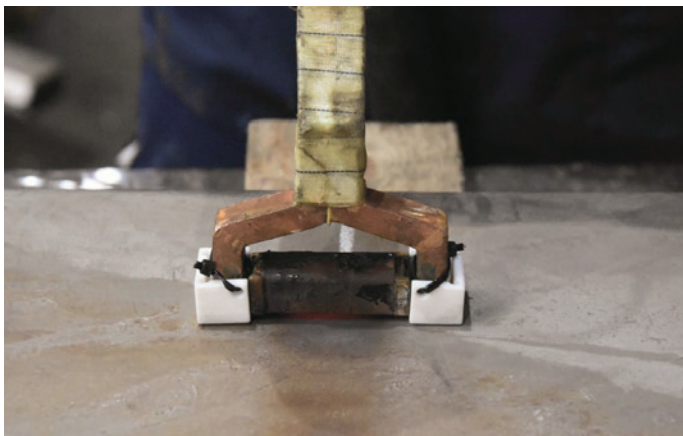
◀ Bild 5. Wenn auf Chromnickelstahl zu lange an Luftsauerstoff Temperaturen jenseits 300°C einwirken, wird in den oberen Schichten Chrom oxidiert, und es schillert blau und grau. Der Korrosionsschutz ist dahin.



◀ Bild 6. Die hier beschriebenen Richtarbeiten werden bei Franken Apparatebau mit einem Tiefeninduktionsgerät „VauQuadrat V6“ mit bis zu 18 kW Induktionsleistung und erhöhter Kälteleistung ausgeführt (Stromanschluss: 3 × 400 V/32 A)

Richttemperatur nur noch wenig E-Modul übrig, dann wird durch eine gewisse Kompression des Werkstoffs auch nur wenig Spannung erzeugt, und die Tatsache, dass die Streckgrenze nicht mehr so hoch ist, hilft nicht – viel Wärme in den Werkstoff gebracht, lange auf das Abkühlen gewartet, kein Richteffekt.

Man darf davon ausgehen, dass bei Temperaturen im Bereich von etwa 500°C am Chromnickelstahl ein sehr guter Richteffekt zu erzielen wäre. Aber stellen wir uns einmal die Situation vor, wie man 500°C in eine Tiefe von etwa einem Drittel des Werkstoffs bringen kann – über Wärmeleitung von der Oberfläche her, speziell angesichts der Tatsache, dass Chromnickelstahl nur etwa die halbe Wärmeleitfähigkeit von Baustahl hat, also im Vergleich beinahe schon als Wärmeisolator betrachtet werden kann (Bild 4). Dabei wäre unter normalen Umständen erst Glühen für eine gewisse Zeit, danach zurückbleibende Anlauffarbe grau unvermeidlich und damit der Werkstoff schwer geschädigt. Bild 5 zeigt einen Richtfleck auf Chromnickelstahl infolge zu langer Erwärmung. Sehr schön sind außen die blauen und innen die grauen Farben sichtbar.



◀ Bild 7. Richtvorgang an einem Plasmazuschnitt aus 1.4541 der Dicke 40 mm mit dem „Robbiduktor B“ mit Teflonecken

Aufräumen mit einem Missverständnis

Nun kann man sich schon vorstellen, dass an dieser Stelle ein Bericht mit der Überschrift „thermisches Richten von Chromnickelstahl“ nicht damit endet, dass es dafür schlicht keine Möglichkeit gäbe. Erste Alternative: die beim Richten mit der Flamme entstandenen Anlauffarben entfernen, beispielsweise durch lokales, elektrochemisches Beizen. Dies gelingt bis Anlauffarbe braun problemlos, ab den Blautönen wird das aber schwieriger.

Was ist mit dem Abschleifen der Anlauffarben? Das ist nicht unproblematisch. Einerseits ist die Oberfläche nicht mehr dieselbe wie vorher. Andererseits ist das „Einmassieren“ von Schleifmittelrückständen wie Korund nicht der Weisheit letzter Schluss für eine Oberfläche, die lange gleichbleibend gut aussehen soll.

Dem thermischen Richten ganz abschwören und auf Kaltrichten setzen? Da hinterlässt man erhebliche Eigenspannungen im Werkstoff zurück, die bei Energieeinflüssen wie erhöhte Temperatur oder selbst der Vibration beim Transport oder bei dynamischer Belastung dazu führen, dass der Verzug zurückkehrt – alles nicht ideal.



◀ Bild 8. Vielen Dank an die Beteiligten bei der Franken Apparatebau GmbH (v. l. n. r.): Dennis Wolf, Schweißfachmann, Anwender Sven Boll und Jonathan Hegger, Sicherheitsbeauftragter.

Nun geht es aber um das thermische Richten, nicht um das temperaturunterstützte Biegen. Der feine Unterschied: Beim Biegen bringen wir die benötigte Biegespannung von außen ein. Beim thermischen Richten soll die

Spannung aber vom Werkstück selbst durch eine verhinderte Ausdehnung erzeugt werden. Womit sich erklärt, dass weiter oben der E-Modul angeführt wurde, der quasi die Federsteifigkeit des Werkstoffs darstellt. Ist bei der

Da wird es Zeit, sich den thermischen Richtvorgang mit Tiefeninduktion anzusehen. Hier gilt es zuerst mit dem Missverständnis aufzuräumen, dass Induktion nur mit ferritischen, also magnetisierbaren Werkstoffen funktionieren könne. Tiefeninduktion nutzt neben den Ummagnetisierungsverlusten ferromagnetischer Werkstoffe vor allem Wirbelströme, funktioniert also bei allen elektrisch leitfähigen Werkstoffen.

Zurück also zu **Bild 2**. Dort war für das thermische Richten eine eher inhomogene Temperaturverteilung zu sehen. Damit beim Flammrichten ein guter Richteffekt erzielbar ist, muss es schnell gehen – und damit es bei der Wärmeleitung in den Werkstoff hinein schnell geht, braucht man nennenswert Über-temperatur an der Oberfläche. Nicht zu vergessen: „Schnell“ bedeutet bei einem 10-mm-Blech schätzungsweise Wärmewirkung von 30 s, wenn man es wirklich gut kann.

Betrachten Sie an dieser Stelle idealerweise das Video zum Richten der Chromnickelplatte, was sich hinter dem ersten QR-Code am Ende des Artikels verbirgt. Dort sehen Sie in Echtzeit einen Richtvorgang an einem Plasmaschnitt aus 1.4541 der Dicke 40 mm unter Nutzung eines Tiefeninduktionsgeräts „Vau-Quadrat V6“ (**Bild 6**). In **Bild 7** kann man ansatzweise erkennen, dass es unter dem Induktor ganz kurz und dunkel aufglüht. Die Wärmewirkung dazu hält aber nur sehr kurz an.

In Wirklichkeit sieht man im Video und anhand der Anlauffarbenspur, dass der Werkstoff teilweise überhaupt nicht anläuft. So würde man annehmen, dass an diesen Stellen kein oder ein ungenügender Richteffekt eintritt. Die Messung mit der Setzlatte belehrt eines Besseren: Der Verzug ist komplett und vor allem gleichmäßig verschwunden.

Seit über einem Jahr Tagesgeschäft

Dass dies wiederum keine Ausnahme, sondern bei der Anwendung von Tiefeninduktion die Regel ist, kann bei der Oberhausener Firma Franken Apparatebau GmbH in der Realität beobachtet werden. Denn dort sind diese Aufnahmen entstanden, und das thermische Richten von Chromnickelstählen mit Tiefeninduktion ist dort seit über einem Jahr Tagesgeschäft.

Als Anwender berichtet Sven Boll (**Bild 8**), Schlosser mit 13 Jahren Berufserfahrung bei Franken: „Ich arbeite mit der Technik jetzt seit



▲ Bild 9. Sven Boll misst den Verzug vor dem Richten – hier auf 2 m Länge etwa 5 mm.

einhalb Jahren. Wir haben vorher Schwarzmaterial mit der Flamme gerichtet, Chromnickel aber nur mit der Presse. Erstaunlich für mich war, wie stark der Richteffekt mit der Tiefeninduktion schon bei Anlauffarbe braun oder noch weniger ist.“

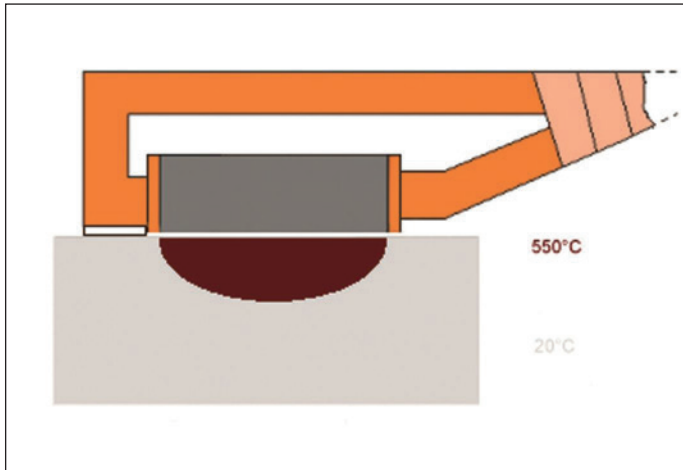
Das mit dem starken Richteffekt demonstriert Boll dann auch eindrucksvoll anhand der Chromnickelplatte, die im ersten Video zu sehen ist. **Bild 9** zeigt vor dem Richten sehr deutlich erkennbaren Verzug. In **Bild 10** sieht man nach dem Richten keinen Verzug mehr.

Netto-Zeitbedarf für die drei Richtstriche waren etwa 2 min. Die Besonderheit beim Richten mit Tiefeninduktion im Vergleich zur Flamme: Wenn man es richtig macht und die Bauteile-Voraussetzungen stimmen, dann ist der Richteffekt sofort da, es ist keine Wartezeit erforderlich.

Wie kann das sein, denn dergleichen ist beim Flammrichten unbekannt? Zunächst einmal muss man verstehen, dass es mit Tiefeninduktion – bei richtiger Handhabung – möglich ist, Wärme auch ein gutes Stück in den



▲ Bild 10. Drei schnelle Richtstriche später ist die Platte komplett eben.



◀ Bild 11. Idealisierter Temperaturverlauf in einem Stahl beim thermischen Richten mit verhinderter Ausdehnung mit Tiefeninduktion

- Wird diese Erwärmung auf einer möglichst großen Breite gleichzeitig wirksam, so wird nicht nur die wirksame Höhe des Bauteils in puncto Flächenträgheitsmoment ($bh^3/12$) kleiner, sondern gleichzeitig die Ursache für die Verformung größer.
- Beim Flammrichten würde man dem begegnen, indem man die Platte auf den Schweißstisch herunterspannt und damit die Ausdehnung be-/verhindert.
- Beim Richten mit Tiefeninduktion ist das in diesem Fall nicht nötig, da ein großer Teil der Breite des Bauteils im oberen Bereich zwar durchaus auch (noch) warm ist, aber bei weitem nicht so heiß wie das beim Flammrichten nötig wäre. Dadurch wird die Ausdehnung des kurzzeitig erhitzten Bereichs durch den Rest des Bauteils gut genug behindert.
- In jedem Fall führt das Zusammendrücken einer erhitzten Zone auf das Kaltmaß zum Erzeugen einer Druckspannung – wenn man nicht schon zu heiß ist und der Elastizitätsmodul als Spannungserzeuger zu weit abgefallen ist.
- Ist die erzeugte Druckspannung größer als die (durch erhöhte Temperatur abgesenkte) Streckgrenze, so kommt es zu dem, was man erreichen möchte: einer plastischen Verformung, dem gewünschten Richteffekt.



▲ Bild 12. Viel größeres Bauteil mit komplizierterer Geometrie, ähnlicher Werkstoff und gleiche Aufgabe: deutlich messbarer Verzug an diesem Kerzenfilterboden aus 1.4571

Werkstoff hinein entstehen zu lassen. **Bild 11** gibt speziell im Vergleich mit **Bild 2** davon eine Vorstellung. Wie zuvor festgestellt, ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit der Austenite ein Hauptgrund dafür, dass man sich mit dem Brenner so schwer tut, über Wärmeleitung die nötigen Temperaturen in den Werkstoff hineinzubringen. Bei einer Platte von 40 mm muss man davon ausgehen, für einen guten Richteffekt bis mindestens über 10 mm tief in den Werkstoff hinein eine Temperatur zu erreichen, die zu einer Schrumpfung führt.

Ist man so weit, das technologisch zu können, muss man sich ein wenig umstellen, wenn Flammricht-Knowhow die Ausgangsbasis wäre. Denn macht man mit Tiefeninduktion nur „die Flamme nach“, so würde man an dieser Stelle langsamer bewegen, dieselbe

Stelle länger und mehrfach überstreichen und in Summe viel mehr Energie einbringen. Das würde in Summe nach der üblichen Wartezeit möglicherweise auch zu einem Richteffekt führen, die eigentlichen Vorteile des „minimalinvasiven Richtens“ aber nicht nutzen. Also: Sehr zügig und nur einmal wird der Induktor über den Werkstoff gezogen. Damit entstehen jeweils nur sehr kleine Zonen, in denen man kurzzeitig auf Richttemperatur kommt. Der Vorteil: Der umliegende Werkstoff ist jeweils so kalt wie möglich und hat damit maximale Festigkeit, was zur größtmöglichen Eigendehnbekämpfung des Werkstoffs führt. Das kann man sich so vorstellen:

- Die unterschiedliche Erwärmung führt dazu, dass das Bauteil auf der Oberseite länger werden möchte.

Anwendungsbeispiel Kerzenfilterboden

Hierzu folgt der Blick auf eine zweite Anwendung bei Franken Apparatebau. Das Bauteil ist der Kerzenfilterboden eines Zwischenabsorberrums. Der Deckel mit den vielen runden Öffnungen besteht aus einem Blech der Dicke 12 mm aus 1.4571, im Volksmund „V4A“ genannt. Im Zuge vorheriger Bearbeitungsschritte wurden Rippen der Abmaße 15 mm × 250 mm aus artgleichem Werkstoff auf die Unterseite des Blechs geschweißt. Die Kehlnähte mit a-Maß 6 mm wurden durch Metall-Aktivgasschweißen mit Fülldrahtelektrode (Prozessnummer 136 der DIN EN ISO 4063) hergestellt.

Auch bei guter Prozessabstimmung ist davon auszugehen, dass die Blechoberfläche durch den entstehenden Verzug uneben wird. Der Verzugsmechanismus ist direkt auf die Schrumpfung der Schweißnaht an der Blechunterseite zurückführbar. Mit dem Aluminiumlineal ist der erwartete Verzug eindeutig sichtbar (**Bild 12**).



▲ Bild 13. In der Gesamtansicht wird die Größe des Bauteils sichtbar, hier wird mit einem zügigen Strich gerichtet.



▲ Bild 14. Ganz ohne Anlauffarben ging es nicht, aber die nötige Nachbehandlung hält sich auf jeden Fall in Grenzen. Der Verzug ist beseitigt.

Das Tiefeninduktionsgerät steht außerhalb des Bauteils, nur das Griffstück mit dem Induktor wird mit hineingenommen. Der bei Franken vorhandene Hubsteiger ermöglicht, das Geschehen mit gutem Überblick zu beobachten.

Wiederum ist die eigentliche Richtbehandlung recht simpel: Gegenüber der Verzugsursache wird ein zügiger Richtstrich gezogen – es ist Absicht, dass der Induktor mit seiner Breitseite über das Bauteil gezogen wird (Bild 13). Auch hier ist der Richteffekt sofort und ohne

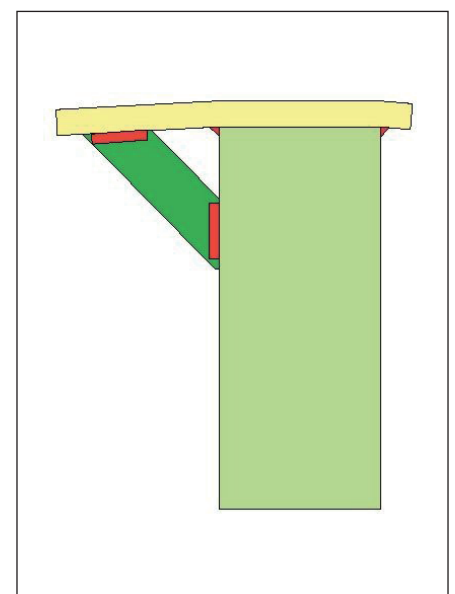
Wartezeit sichtbar (Bild 14). Das Aufbringen des Richtstrichs ist auch in dem zweiten Video „Kerzenfilter“ zu sehen, was sich mit dem QR-Code in dem Kasten am Ende des Beitrags aufrufen lässt.

Eine Bemerkung zur Frage, wie schnell denn der Induktor zu führen ist: erst einmal schnell und zügig anfangen, sodass fast überhaupt keine Anlauffarben zu sehen sind; wenn das noch nicht sofort den benötigten Richteffekt zeigt, dann einfach noch einmal und etwas langsamer darüber streichen. Moment – war es

nicht so, dass man niemals beim thermischen Richten zweimal über dieselbe Stelle wärmen sollte? Doch, da war was. Das gilt genauso beim Richten mit Tiefeninduktion. Aber das gilt nur dann, wenn mit dem Wärmen auch ein Richteffekt einherging. Dann macht es tatsächlich keinen Sinn und ist eher kontraproduktiv, an derselben Stelle zu wärmen.

Spannend wird es dann, wenn bei einer ähnlichen Anwendung und ähnlicher Wärmewirkung überhaupt kein Richteffekt zu erzielen ist. Dann gilt es immer erst einmal zu prüfen, ob nicht vielleicht ein „festgeschweißter Verzug“ vorliegt. Das muss man sich so vorstellen, dass beispielsweise bei einer mehrlagigen Schweißnaht mit der ersten Lage das Maximum an Verzug erzeugt wird. Und dann wird mit den Rauhen der darüberliegenden Lage der Verzug quasi festgeschweißt – ganz so, wie wenn man eine Kopfplatte mit Überstand zunächst an das Vierkanrohr anschweißt, den entstandenen Verzug nicht gleich richtet und stattdessen die vorgesehene Steife an der falschen Stelle einschweißt (Bild 15).

Das passiert in der Realität glücklicherweise selten, wie der Anwender Franken aus Erfahrung weiß. Dennis Wolf (Bild 8), Schweißfachmann und verantwortliche Schweißaufsichtsperson der Firma, berichtet: „Wir setzen die Tiefeninduktion oft zum Gegenrichten



▲ Bild 15. Leider erkennt man den „festgeschweißten Verzug“ in der Praxis nicht immer so einfach wie in diesem Beispiel. Hier gibt es auf der linken Seite nichts mehr zu richten, nur noch zu flexen... (Bilder: Wikimedia Commons, gemeinfrei (1), VauQuadrat GmbH (2, 5 bis 15), TU Braunschweig/IFS (3, 4))

von Kehlnähten ein, sowohl bei ferritischen als auch bei austenitischen Stählen. Wir profitieren davon, dass es somit eine einfache und prozesssichere Möglichkeit zum thermischen Richten von Chromnickelstahl gibt – denn bei unseren Materialien und Qualitätsanforderungen war das Flammrichten keine Alternative.“

Positivesweiß auch Jonathan Hegger (Bild 8) zu berichten, Vorarbeiter/Ausbilder und Sicherheitsbeauftragter im Unternehmen: „Wenn man im Arbeitsschutz ausgebildet ist

und hört, dass Induktion zum Einsatz kommen soll, noch dazu direkt neben dem Anwender, dann kommen einem schon die diversen Gefährdungen in den Sinn, von denen man im Zusammenhang mit anderen Induktionstechnologien gehört hat. Da war es hilfreich, dass schon in der Bedienungsanleitung die Hinweise zur Gefährdungsanalyse gegeben und vor allem die Messwerte in Bezug auf die elektromagnetische Gefährdung zur Verfügung gestellt waren. Damit war schnell

klar, dass man mit Tiefeninduktion in Bezug auf die DGUV-Vorschrift 15 zum Thema der elektromagnetischen Felder auf der sicheren Seite ist.“



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

INFO

Franken Apparatebau

Die Franken Apparatebau GmbH mit Firmenstandort Oberhausen im Ruhrgebiet versteht sich als Anbieter für den Rundumservice vom Engineering über die Fertigung bis zur Montage von Apparaten und Rohrleitungen; dies insbesondere in der Industrie der Schwefelsäureherstellung, im Stahl- und im Nichteisenmetallbau.



INFO

Videos: thermisches Richten mit Tiefeninduktion

Um sich den Ablauf besser vorstellen zu können, sind hier zwei Videos im Internet mit Hilfe der abgebildeten QR-Codes abrufbar: links das Richten einer Chromnickelplatte, rechts die Arbeit an einem Kerzenfilter.

