

WIAP MEMV VSR · ERMITTLUNGSBERICHT 2017

Gerichtete Bauteile bleiben gerade

Flammrichten und hydraulisches Richten mit
Nachbehandlung nach dem MEMV VSR Verfahren

Gerichtete Bauteile verziehen sich beim Glühen oder bei der Bearbeitung oft wieder. Der Bericht zeigt, wie MEMV VSR die Spannungen zwischen den heissen und den kalten Zonen ausgleicht.

112,9 m/s²

Veränderung total im
Beispielprotokoll (ca. 11,5 G)

bis 24

Messstellen für die G-
Verschiebung vorher und
nachher

über 20 t

Werkstückgewicht beim
Maschinenschwert

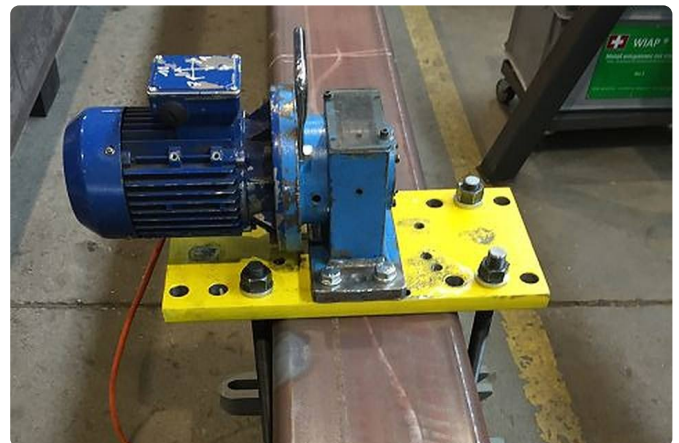
5 bis 200 t

Anlagen der WIAP für
verschiedene
Werkstückgewichte

Das Problem

Flammrichten ist wirtschaftlich und wirksam, hat aber einen Nachteil: Das gerichtete Bauteil verzieht sich bei der späteren Bearbeitung. Wird es nach dem Richten geglüht, wandert es durch den Wärmeeinfluss in die ursprüngliche, verzogene Lage zurück.

Der Bericht zeigt, wie sich gerichtete Bauteile mit dem MEMV VSR Verfahren so entspannen lassen, dass sie gerade bleiben.



Der MEMV VSR Erreger ist stabil mit dem Bauteil verbunden.

Verzug kommt zurück

Nach dem Glühen oder bei der
Bearbeitung verzieht sich ein
flammgerichtetes Bauteil wieder.

Zonen ausgleichen

MEMV VSR gleicht die
Spannungen zwischen den
heissen und den kalten Zonen
aus.

Veränderung messen

Die G-Verschiebung wird an bis
zu 24 Messstellen vorher und
nachher gemessen.

So funktioniert das Flammrichten

Zum Verständnis: Was beim Flammrichten im Bauteil passiert und wo das Verfahren eingesetzt wird.

— Das Flammrichtverfahren

Ein Teil des Metalls wird mit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme örtlich erwärmt. Weil sich das Metall dabei nicht frei ausdehnen kann, entsteht eine bleibende Stauchung. So lässt sich die gewünschte Form wiederherstellen.

Gerichtet werden zum Beispiel Winkelverzug nach dem Schweißen, leichte Biegungen von Platten, stark verbogene Profile und verzogene Rahmen. Typisch sind auch dünne Bleche, Kastenkonstruktionen, Maschinenbetten und Maschinenständer. Flammrichten kann auch zur Formgebung dienen. Auch der Durchmesser von Zylindern lässt sich so verringern, was aber eher als Notlösung gilt.

WERKSTOFF	HÖCHSTTEMPERATUR	FLAMME
Baustähle, Feinkornbaustähle, Stähle über 0,05 % C	650 °C (Dunkelrotglut)	oxidierend
Aluminium und Legierungen	350 bis 400 °C	neutral, leichter Acetylenüberschuss

Vorteile des Flammrichtens

- Hohe Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit
- Schnelle und werkstoffschonende Beseitigung des Verzugs
- Schweißverzug beseitigen statt Bauteil verschrotten
- Für alle metallischen, schweißbaren Werkstoffe geeignet, hochfeste Stähle nur bedingt
- DVS-zertifiziertes Verfahren für die Zulassung nach DIN EN 1090
- Hohe Mobilität, Einsatz ohne Stromversorgung möglich



Flammrichtpunkt auf einem Profil.

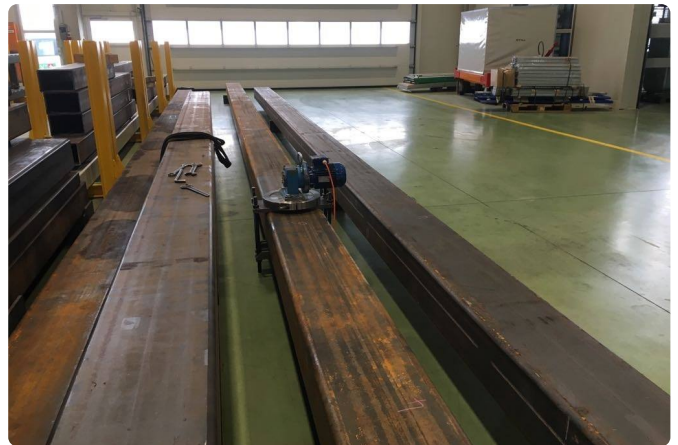


Flammgerichtetes Bauteil mit Markierung.

Richten, entspannen, bearbeiten

Das MEMV VSR Verfahren gleicht die Spannungen zwischen den Zonen aus, die beim Flammrichten rotglühend waren, und den kalten Zonen, in denen die Stauchung erfolgte. Die durch Wärme erzeugten Spannungen werden so verteilt, dass bei der Bearbeitung kein Verzug mehr entsteht.

Das ist der Vorteil gegenüber dem Glühen: Bei einer verzogenen, warmgewalzten Konstruktion, die flammgerichtet und dann gegläht wird, kehrt der Verzug zurück. Mit MEMV VSR bleibt das gerichtete Werkstück gerade.



Hydraulisch gerichtete Formrohre beim Entspannen: auch das geht laut Bericht mit MEMV VSR, mit rund 400-mal weniger Energie als beim Glühen.

Drei Abläufe im Vergleich

ABLAUF	ERGEBNIS
Richten → Bearbeiten	Das Bauteil verzieht sich bei der Bearbeitung.
Richten → Glühen → Bearbeiten	Das Bauteil verzieht sich beim Glühen zurück, ausser es wird im Ofen mechanisch festgehalten. Es muss erneut gerichtet werden und verzieht sich bei der Bearbeitung wieder.
Richten → MEMV VSR → Bearbeiten	Kein Verzug nach der Bearbeitung.

Beispiele aus der Praxis



Zunder fällt ab

Das Bauteil verliert mit MEMV VSR neben den Spannungen auch den Zunder.



Messsonde

Sie protokolliert den Prozess.



Gummiunterlagen

Genügende Höhe: keine Schwingungen ins Gebäude, fehlerfreie Protokollierung.

Weitere Beispiele aus dem Bericht: auf Torsion und Geradheit flammgerichtete Rohre, ein flammgerichteter Maschinenständer und ein schweres Maschinenschwert mit einem Werkstückgewicht über 20 Tonnen. Die WIAP hat Anlagen für 5, 20, 50, 100 und 200 Tonnen.

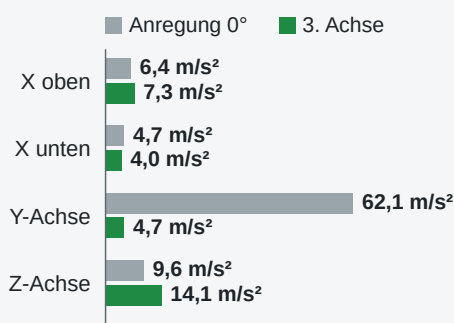
Wie die Veränderung gemessen wird

Die Mehrpunktmessung zeigt für jede Achse, wie stark sich ein gerichtetes Bauteil beim Entspannen verändert.

Die achsspezifische Einstellung der Exzenterstufe erlaubt es, den Erreger auch mit hoher Drehzahl zu fahren, ohne dass eine zu starke Auslenkung entsteht. Alle Achsen werden angeregt. An bis zu 24 Messstellen wird die G-Verschiebung vorher und nachher gemessen und protokolliert.

Für eine kontrollierte Vibrationsentspannung braucht es eine sehr gute Verbindung zwischen Bauteil und Erreger. Die Richtung der Energieeinbringung ist wichtig. Die Totpunkte, die jedes Bauteil hat, müssen ermittelt und beachtet werden.

Beispielprotokoll. Flammgerichtetes Rechteckrohr RHS 250 × 350 × 12 mm, Länge 8000 mm, Erreger Wiap LC20. Summe der Veränderungen zwischen vorher und nachher je Messgruppe.



Veränderung je Messgruppe bei Anregung in 0° und in der 3. Achse. Eigene Darstellung.

MESSGRUPPE (M/S ²)	0°	3. ACHSE
X-Achse oben	6,4	7,3
X-Achse unten	4,7	4,0
Y-Achse	62,1	4,7
Z-Achse	9,6	14,1
Total	82,8	30,1
Total Veränderung	112,9 (ca. 11,5 G)	

Den grössten Anteil hat die Y-Achse bei 0° (62,1 m/s²). Die Summen sind aus den Einzelwerten des Protokolls nachgerechnet; im Protokoll selbst stehen für die 3. Achse 27,5 und als Total 110,3 m/s².

Stand 2017

Gemessen wurde der Unterschied nach etwa 90 Sekunden. Der grösste Spannungsabbau erfolgt jedoch bei den ersten Lastspielen. Eine erweiterte Messmethode und ein Vollautomat, der in allen Achsrichtungen die G-Verschiebung ermittelt, waren damals in Vorbereitung.

Die G-Verschiebung zeigt den Spannungszustand

Nachgewiesen an einer geglühten und einer ungeglühten Walze: Die ungeglühte veränderte sich rund doppelt so stark (70,3 gegenüber 35,8 m/s², siehe Ermittlungsbericht WM 680 E).

Vom lokalen zum globalen Gleichgewicht

Beim Flammrichten bringt die Wärme einen lokalen Spannungszustand ein, der mit der Umgebung im Gleichgewicht steht. Das Bauteil wird durch diese lokalen Gleichgewichtszustände gerade gerichtet.

Glühen ohne Einspannung

Durch freie Deformation stellt sich ein neuer Spannungszustand ein: Das Bauteil ist wieder krumm.

Bearbeiten ohne Entspannen

Die lokalen Gleichgewichtszustände werden gestört, das Bauteil geht durch eine Deformation in einen neuen Gleichgewichtszustand über.

Eingespannt glühen und langsam abkühlen

Die globalen Spannungen sind im Gleichgewicht, die Bearbeitung hat wenig Einfluss auf die Geradheit. Das ist aber aufwendig.

Eingespannt vibrieren mit MEMV VSR

Die Spannungen werden global ins Gleichgewicht gebracht, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in grösserer Tiefe. Das Bauteil kann bearbeitet werden.

— Resümee

- Flammrichten ist wirtschaftlich und wirksam, hinterlässt aber Spannungen, die beim Glühen oder bei der Bearbeitung wieder Verzug erzeugen.
- Mit MEMV VSR nach dem Richten bleibt das Bauteil auch bei der Bearbeitung gerade.
- Voraussetzungen sind eine stabile Verbindung von Erreger und Bauteil, eine gute Gummiunterlage und die Anregung in mehreren Richtungen.
- Die Mehrpunktmessung zeigt die Veränderung für jede Achse, im Beispiel über 11 G ($112,9 \text{ m/s}^2$).

MEMV VSR ist mehr als eine Alternative zum Spannungsarmglühen. Gerade bei flammgerichteten und hydraulisch gerichteten Bauteilen ist es laut Bericht der Schlüssel, damit die gerichtete Form auch nach der Bearbeitung erhalten bleibt.

Wenn es Sie interessiert, fragen Sie uns bitte an.

Quelle. Ermittlungsbericht WIAP MEMV VSR zum Flammrichten, erstellt 24.11.2017. Zusammenfassung in eigenen Worten; Zahlen aus dem Bericht und dem Beispielprotokoll. Kunden und Betriebe sind nicht genannt.

WIAP AG Ltd SA

Industriestrasse 48L
CH-4657 Dulliken

Tel +41 62 752 42 60

wiap@widmers.info
www.wiap-ag.ch