

Mit Wärme den Materialverzug beseitigen

Durch Schweißen wird immer Wärme auf das Werkstück abgegeben. Dies führt zwangsläufig zu unerwünschtem und unvermeidbarem Materialverzug. Wer die Technik beherrscht, kann dem geschweissten, verzogenen Metallteil mit Flammrichten begegnen. Text und Bilder: Thomas Ammann, Pangas AG

Der durch Schweißen entstandene Verzug kann durch örtlich begrenzte Stauchungen im Werkstück reduziert oder gar eliminiert werden. Die gewünschten Stauchungen werden mit der Flamme herbeigeführt. Der Einsatz des Flammrichtens braucht viel Erfahrung und Fachwissen. Nicht selten ist das Wissen um dieses Verfahren verlorengegangen. Erst langsam erfährt es eine Renaissance in der industriellen Fertigung.

Verfahrensprinzip

Grundregel: «Schnelles, örtlich begrenztes Wärmen bei gleichzeitiger Ausdehnungsbehinderung.» Beim Flammrichten wird das Bauteil gezielt örtlich so weit erwärmt, dass es plastisch verformbar wird. Dabei tritt infolge behinderter Wärmedehnung eine bleibende Stauchung ein. Während des Abkühlens ergibt sich eine Kürzung im Werkstück, die zu der gewünschten Formänderung führt. Wichtig: Das Flammrichten kann nur verkürzen, nie verlängern. Flammrichten kann mit oder ohne äussere Hilfsmittel durchgeführt werden. Die Absicht solcher Hilfsmittel ist die Verstärkung des Richteffekts durch Fixieren der kalten Bereiche des Werkstücks, da sich diese beim Erwärmen der zu richtenden Stelle bewegen könnten. Das Ergebnis des Flammrichtvorgangs wird nicht vor dem Abkühlen des Bauteils auf Umgebungstemperatur sichtbar.



Flammrichten dient zum Beseitigen des Verzugs von Schweisskonstruktionen sowie zum Richten von Profilen.

Le dressage à la flamme sert à contrer la distorsion des structures soudées et à dresser des profilés.

Sachgemässe Ausführung des Flammrichtens

- Zu kürzende Stelle im Bauteil ermitteln, also diejenigen Bereiche, die zu lang sind und mit der Flamme gestaucht werden müssen.

- Geeignete Richtbrenner auswählen, Auswahl nach Materialdicke, Werkstoff und gewünschter Wärmefigur.
- Erwärmung des Materials in den plastischen Bereich.
- Stähle, un- und niedriglegierte Stähle und nichtrostende CrNi-Stähle 550-700 °C («Dunkelrotglut»).
- Aluminiumwerkstoffe 150-450 °C (Holzspanprobe).
- Örtlich gezielter Wärmestau, um hier eine Stauchung infolge kalter Umgebung herbeizuführen. Der wirkungsvollste Wärmestau wird mit einer sauerstoffüberschüssigen Acetylen-Sauerstoff-Flamme erzielt.
- Bis auf Raumtemperatur abkühlen lassen.
- Richtwirkung ermitteln.

Alle schweissgeeigneten Werkstoffe lassen sich problemlos flammrichten, wenn mit gleicher Sorgfalt werkstoffspezifische Eigenschaften berücksichtigt werden, wie es beim Schweißen üblich ist.

Arten der Erwärmung, Wärmefiguren

Wärmepunkt

Anwendung: Blechfelder, Rohre und Wellen. Der Wärmepunkt muss so klein wie möglich gehalten werden. Immer von der Einspannung zur Mitte des Blechfelds hin richten. >

SOUWAGE / DRESSAGE À LA FLAMME

La chaleur pour contrer la distorsion du matériau

Le soudage s'accompagne toujours d'une libération de chaleur sur la pièce. Cela entraîne inévitablement une distorsion indésirable et inévitable. Le dressage à la flamme permet à celui qui maîtrise la technique de contrer cette distorsion sur la pièce de métal soudée.

La distorsion générée par le soudage peut être réduite, voire éliminée, par des compressions locales maîtrisées dans la pièce. Les compressions souhaitées sont opérées au moyen de la flamme. Cette technique demande beaucoup de connaissances techniques et d'expérience. Les personnes

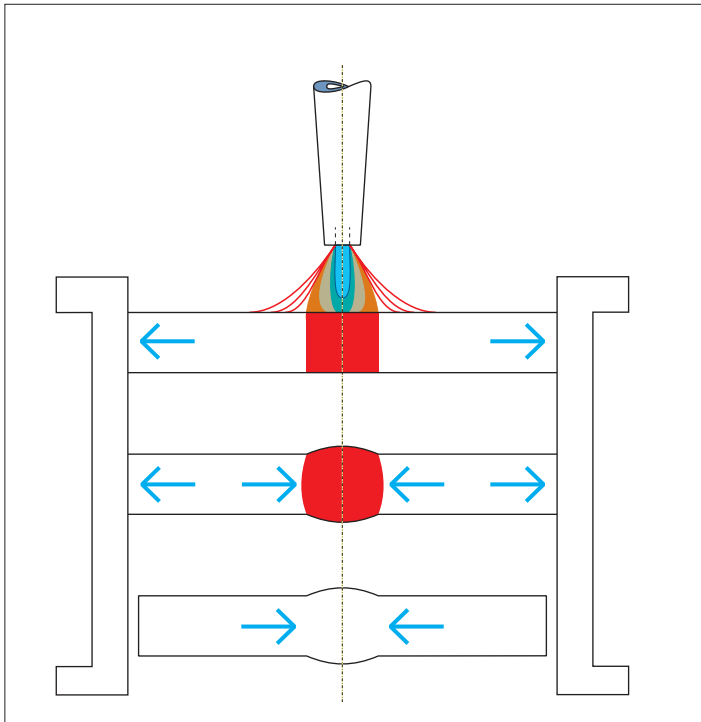
qui la maîtrisent sont devenues rares mais elle commence à réapparaître dans la fabrication industrielle.

Principe du procédé

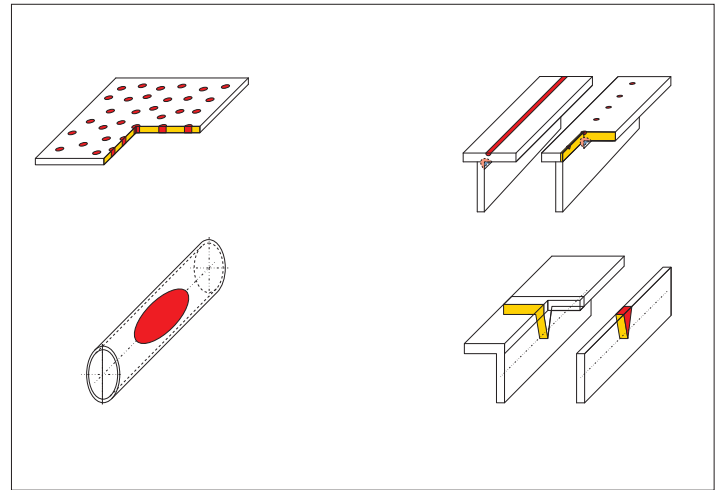
Le dressage à la flamme consiste à chauffer la pièce rapidement et localement tout en entravant sa dilata-

tion. La pièce est chauffée localement jusqu'à ce qu'elle peut subir une déformation plastique. Entraver sa dilatation entraîne une compression durable. Lors du refroidissement, la pièce se raccourcit, entraînant la modification de forme souhaitée. Important : le dressage à la flamme

ne permet qu'un raccourcissement, jamais un allongement. Il peut être réalisé avec ou sans outils. Ces outils visent à renforcer l'effet de dressage en entravant les zones froides de la pièce. Celles-ci peuvent en effet bouger lorsque l'endroit à dresser est chauffé. Le résultat du dressage



Wärmewirkung beim Flammrichten.
Effet thermique du dressage à la flamme.

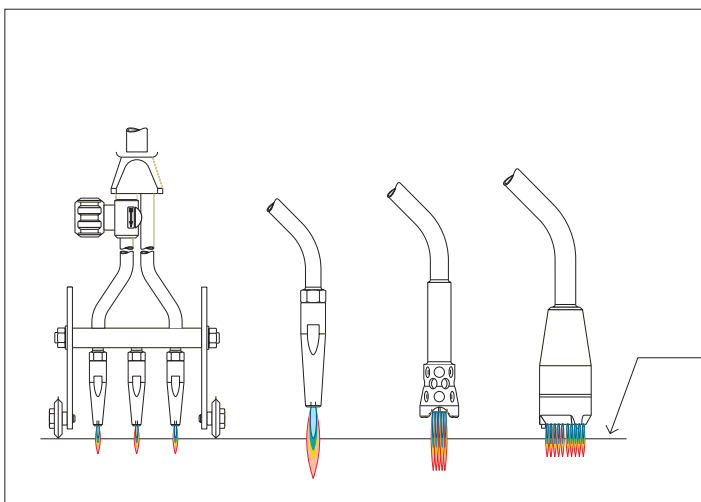


Mögliche Wärmefiguren beim Flammrichten:

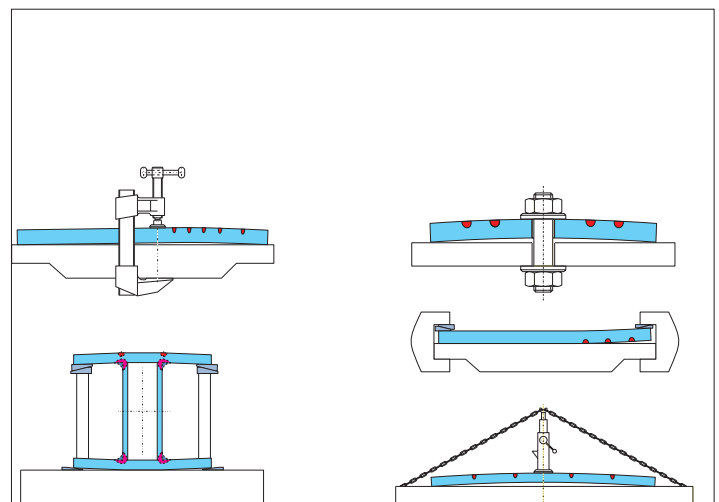
- Wärmepunkt
- Wärmestrich
- Wärmeoval
- Wärmekeil

Types de figures de chauffage possibles pour le dressage à la flamme :

- Chauffage par points
- Chauffage par ligne
- Chauffage par ovale
- Chauffage par triangle



Verschiedene Autogenbrenner für das Flammrichten.
Différents chalumeaux autogènes pour le dressage à la flamme



Verschiedene Möglichkeiten der Ausdehnungsbehinderung.
Différentes possibilités d'entrave à la dilatation.

à la flamme n'est visible que lorsque la pièce a refroidi à température ambiante.

Bonne exécution du dressage à la flamme

- Déterminer la zone de la pièce à raccourcir, à savoir les endroits trop longs devant être comprimés à la flamme.
- Choisir les chalumeaux de dressage appropriés selon le matériau, son épaisseur et la figure de chauffage souhaitée.

- Échauffer le matériau dans le domaine plastique.
- Aciers, aciers non alliés et faiblement alliés et aciers CrNi inoxydables à 550-700 °C (« maintien au rouge sombre »).
- Matériaux à base d'aluminium à 150-450 °C (contrôle aux copeaux de bois).
- Accumulation localisée de la chaleur pour créer une compression dans l'environnement froid. L'accumulation de chaleur la plus efficace est atteinte par une flamme oxyacé-

- tyénique avec excès d'oxygène
- Laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.
- Déterminer l'effet directif.

Le dressage à la flamme s'applique sans difficulté à tous les matériaux soudables si les propriétés spécifiques au matériau sont prises en compte avec le même soin que pour le soudage.

Types de chauffage, figures de chauffage

Chauffage par points

Utilisation : panneaux de tôle, tuyaux et arbres. Le point de chauffage doit rester le plus petit possible. Toujours procéder depuis le bridage vers le milieu du panneau de tôle.

Chauffage par ligne

Utilisation : pour corriger une distorsion angulaire, par ex. pour le dressage de soudures d'angle. Le domaine plastique ne peut excéder le >

SCHWEISSEN / FLAMMRICHTEN

> **Wärmestrich**
Anwendung: zum Beheben von Winkelverzug, zum Beispiel Richten von Kehlnähten. Der plastische Bereich darf höchstens zu einem Drittel in die Blechtiefe hineinreichen, ansonsten wird keine Richtwirkung erreicht. Ein Wärmestrich hat eine stärkere Wirkung als eine Wärmepunktreihe. >

Wärmekeil
Anwendung: bei starken Verformungen zum Beispiel von Profilen und Lamellen. Der Wärmekeil ist lang und schmal. Es wird von der Spitze des Wärmekeils ausgehend bis hin zur Grundfläche gleichmässig auf Richttemperatur gewärmt. Der Wärmekeil sollte nur bis zur neutralen Faser des Werkstücks reichen. Ansonsten wird nicht nur eine Biegung, sondern auch eine Verkürzung des gesamten Teils erreicht.

Wärmeoval
Anwendung: an Rohren, zum Beispiel nach dem

Anschweissen von Stutzen. Das Wärmeoval wird durchgewärmt und in Längsrichtung der Rohrachse angeordnet. Je nach Anwendung, Bauteilform und Verzugsart kann auch eine Kombination dieser Wärmefiguren sinnvoll sein.

Ausrüstung
Als Flammrichtbrenner werden je nach Anwendungsfall und abhängig von den Werkstückdicken folgende Brenntypen verwendet:
- Einflammenbrenner
- Mehrflammenbrenner
- Umschaltbare 2-, 3- und 5-Flammen-Brenner
- Sonderbrenner Lindoflamm

Einflammenbrenner
Der meistverwendete Brenntyp zum Richten mit Wärmepunkten, -strichen, -keilen oder -ovalen.

Mehrflammenbrenner
Zum Richten mit Wärmestrichen, -keilen und

-ovalen an Werkstücken ab ca. 20 mm Wanddicke.

Umschaltbare 2-, 3- und 5-Flammen-Brenner
Zum Beseitigen von Winkelverzug und zum Richten von Beplankungen im Schiffbau und von Blechkonstruktionen.

Sonderbrenner Lindoflamm
Lindoflamm-Brenner werden in Form und Leistung speziell auf die Flammrichtaufgabe ausgelegt und kommen beispielsweise beim Richten von Grossrohren oder dickwandigen Werkstücken zum Einsatz.

Gasversorgung
Je nach Brennergrösse und Umfang der Richtarbeiten ist die Gasversorgung auszulegen. Einzelflaschen können nur eine bestimmte Menge Acetylen pro Stunde abgeben. Übersteigt der Verbrauch des Brenners diese Gaslieferfähigkeit der Flasche, so wird die Flasche überlastet und der

SOUUSAGE / DRESSAGE À LA FLAMME

> tiers de l'épaisseur de la tôle. Sinon, aucun effet directif n'est atteint. Un chauffage par ligne est plus efficace qu'une rangée de points de chauffage.

Chauffage par triangle
Utilisation : en cas de fortes déformations, par ex. de profilés et de lamelles. Le cône est long et étroit. Il doit être amené à la température de dressage de façon régulière, de la pointe vers la base. Le cône ne doit aller que jusqu'à la fibre neutre de la pièce. Sinon, l'on obtient non seulement un pliage, mais aussi un raccourcissement de l'ensemble de la pièce.

Chauffage par ovale
Utilisation : sur un tube, par ex. après soudage d'un raccord. L'ovale est chauffé sur toute l'épaisseur et selon l'axe longitudinal du tuyau. Une combinaison de ces types de chauffage peut s'avérer utile en fonction de l'application, de la forme de la pièce et du type de distorsion.

Équipement
Le choix du chalumeau de dressage à la flamme s'opère selon l'application et l'épaisseur de la pièce :
- Chalumeau monoflamme
- Chalumeau multiflamme
- Chalumeau commutable sur 2, 3 et 5 flammes
- Chalumeau spécial Lindoflamm

Chalumeau monoflamme
C'est le chalumeau le plus utilisé pour le dressage par points, lignes, triangles ou ovales.

Chalumeau multiflamme
Pour le dressage par lignes, triangles et ovales sur pièces d'une épaisseur de paroi d'env. 20 mm.

Chalumeau commutable sur 2, 3 et 5 flammes
S'utilise en construction navale et tôlerie pour supprimer une distorsion angulaire et pour dresser les tôles.

Chalumeau spécial Lindoflamm
Sa forme et sa puissance sont définies selon le dressage à la flamme à effectuer. Il s'utilise par ex. pour le dressage de gros tuyaux ou de pièces à parois épaisses.

Alimentation en gaz
L'alimentation en gaz dépend de la taille du chalumeau et de l'ampleur des travaux de dressage. Les bouteilles individuelles ne peuvent libérer qu'une certaine quantité d'acétylène par heure. Une consommation du chalumeau supérieure à la capacité d'approvisionnement en gaz de la bouteille entraîne une surcharge de cette dernière, qui nuit à la fiabilité du chalumeau. Il faut alors travailler avec des cadres de bouteilles. Il en va de même pour l'oxygène utilisé.

Choix de la taille du chalumeau
La taille du chalumeau dépend de la nature du matériau et de l'épaisseur de tôle. Jusqu'à une épaisseur de 3 mm, la taille du chalumeau est la même que pour le soudage (voir tableau). Avec un chalumeau trop petit, on n'atteint pas l'effet de dressage

souhaité et un chalumeau trop grand peut entraîner une surchauffe de la pièce.

Bridages mécaniques
Si l'environnement froid ne suffit pas à limiter la dilatation thermique de la zone chauffée, des brides mécaniques peuvent être utiles pour renforcer la compression et l'effet directif. Important : les brides ne doivent pas serrer, mais seulement retenir.

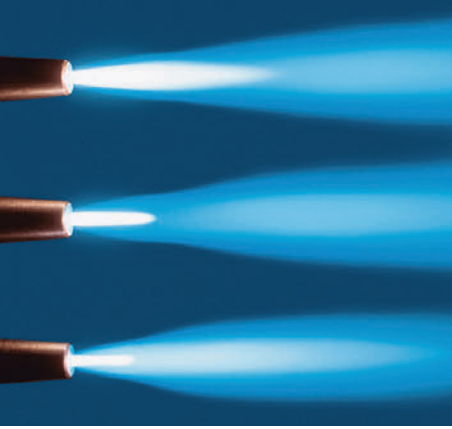
Règles de travail
Pour un meilleur transfert thermique et, une bonne accumulation de chaleur, mieux vaut régler la flamme oxyacétylénique sur dur/neutre ou, mieux encore, sur dur/excès d'oxygène (jusqu'à 50 %). La distance entre la pointe du cône de flamme et la surface de la pièce doit demeurer la plus faible possible. La taille du chalumeau doit être choisie selon la nature et l'épaisseur de la pièce (voir tableau).

Dressage à la flamme d'aciers de construction, d'aciers à grain fin et d'aciers TM
Le dressage à la flamme peut être exécuté sans modification de la structure si la matière est maintenue au rouge sombre (entre 550 et 700 °C). Le refroidissement s'opère à l'air calme.

Dressage à la flamme d'aciers inoxydables austénitiques
Si la température est maintenue au rouge sombre (entre 550 et

700° C), le dressage à la flamme de ces aciers n'entraîne en principe pas de modification de la structure. Une flamme neutre, ou mieux, avec excès d'oxygène, empêche toute carburation. En raison de la plus faible conductivité thermique et de la plus grande dilatation thermique, l'accumulation thermique et l'effet directif sont atteints plus rapidement. C'est pourquoi l'on utilise de plus petites buses de chalumeau que pour les aciers de construction. Un refroidissement brutal influence positivement la matière et le comportement à la corrosion de ces aciers.

Formation
Réaliser correctement des dressages à la flamme nécessite une formation intensive et une expérience pratique. Des cours selon la Directive DVS 1145 relative aux professionnels du dressage à la flamme permettent de transmettre les connaissances nécessaires. En tant que centres de formation reconnus par l'ASS, les salles de cours de PanGas offrent le cadre idéal pour apprendre à maîtriser le dressage à la flamme et approfondir les connaissances au travers d'exercices pratiques. L'examen de spécialiste en dressage à la flamme avec certificat de contrôle de l'ASS peut être passé chez nous. De plus amples informations sur notre programme de cours sont disponibles sur www.pangas.ch ■



Unterschiedliche Flammeneinstellungen.
Différents réglages de flamme.

Brenner kann nicht mehr zuverlässig arbeiten. In solchen Fällen ist es nötig, mit Flaschenbündeln zu arbeiten. In ähnlicher Weise gilt das auch für den verwendeten Sauerstoff.

Wahl der Brennergrösse

Die Grösse des Flammrichtbrenners wird durch die Werkstoffart und die Blechdicke bestimmt. Für Bleche bis 3 mm wird die Brennergrösse wie beim Schweißen ausgewählt. Ein zu kleiner Brenner erzielt nicht den gewünschten Richteffekt, ein zu gross gewählter Brenner kann das Werkstück überhitzen.

Mechanische Hilfsmittel

Reicht die Behinderung der Wärmedehnung durch die kalte Umgebung der Wärmestelle nicht aus, sind mechanische Hilfsmittel als Dehnungsbehinderung sinnvoll. Durch sie wird die Stauchung unterstützt und die Richtwirkung verstärkt. Wichtig: Die Hilfsmittel sollen nicht spannen, sondern nur festhalten.

Arbeitsregeln

Für eine bessere Wärmeübertragung und damit eine gute Wärmestauerzeugung ist die Acetylen-Sauerstoff-Flamme auf hart/neutral, besser noch auf hart/sauerstoffüberschüssig (bis zu 50%) einzustellen. Der Abstand der Flammenkegelspitze zur Werkstückoberfläche ist so gering wie möglich zu halten. Die Brennergrösse ist in Abhängigkeit von der Werkstoffart und der Werkstückdicke zu wählen.

Flammrichten von Baustählen, Feinkornbaustählen und TM-Stählen

Flammrichten ist ohne wesentliche Gefügeveränderungen möglich, wenn die Flammrichttemperatur zwischen 550 und 700 °C («Dunkelrotglut») eingehalten wird. Die Abkühlung erfolgt an ruhender Luft.

Flammrichten von austenitischen nichtrostenden Stählen

Grundsätzlich wird der Gefügebautbau dieser Stähle beim Flammrichten nicht verändert, wenn die Flammrichttemperatur zwischen 550 und

700° C («Dunkelrotglut») eingehalten wird. Mit neutraler, besser noch mit sauerstoffüberschüssiger Flamme wird jegliche Aufkohlung vermieden. Wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit und der grösseren Wärmeausdehnung werden Wärmestau und gute Richtwirkung schnell erreicht. Es werden deshalb kleinere Brenneinsätze als bei Baustählen verwendet. Schroffes Abkühlen beeinflusst Werkstoff- und Korrosionsverhalten dieser Stähle positiv.

Ausbildung

Für das sachgerechte Flammrichten sind eine intensive Ausbildung und praktische Erfahrung notwendig. Lehrgänge nach DVS-Richtlinie 1145 (Flammrichtfachkraft) vermitteln das entsprechende Wissen. Als vom SVS anerkannte Ausbildungsstätten für das Flammrichten bieten die Kurslokale von PanGas den idealen Rahmen, das Flammrichten von Grund auf zu lernen und die Kenntnisse in praktischen Übungen zu vertiefen. Auch die Prüfung zur Flammrichtfachkraft mit Prüfzertifikat vom SVS kann bei uns abgelegt werden. Weitere Informationen finden Sie in unserem Kursprogramm unter www.pangas.ch ■

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk - Konstruktionstechnik enthält im Kap. 1.7.2.5 wichtige Informationen zum Thema «Schweissen».

