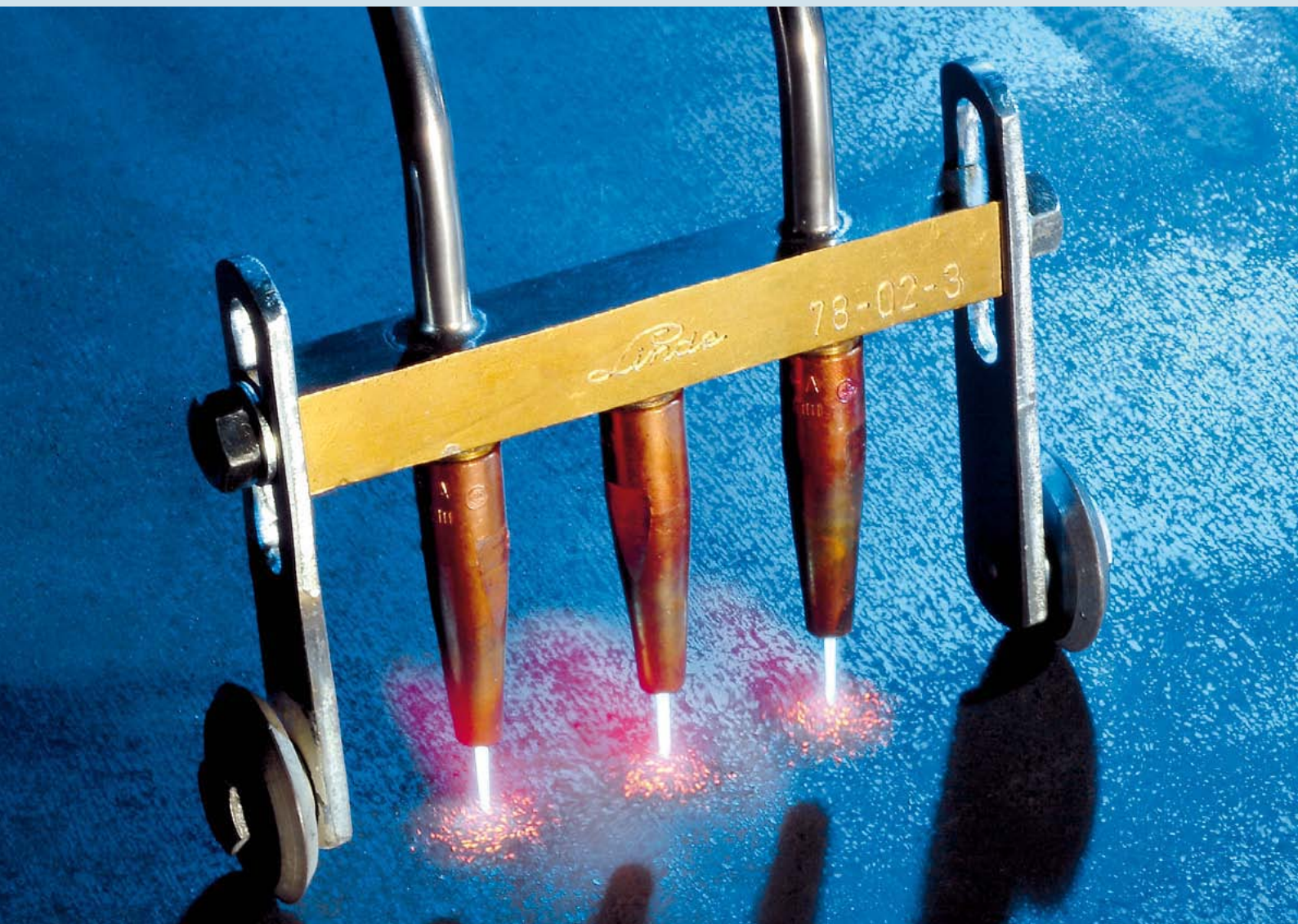


THE LINDE GROUP

PanGas

Flammrichten.

Stahlwerkstoffe und Aluminium.



Inhaltsverzeichnis

Anwendung und Ausführung	2
Grundsätzliches	2
Anwendung	2
Verfahren und Wirkung	3
Werkstoffe	3
Brenngase	4
Brenner	4
Flammeneinstellung und Flammenführung beim Richtvorgang	6
Auswahl von Brennern zum Flammrichten	7
Werkstoffe und Brenner	7
Grundarten der Erwärmung zum Kürzen und Biegen von Bauteilen	9
Mittige oder symmetrische Erwärmung zum Kürzen	9
Aussermittige oder unsymmetrische Erwärmung zum Biegen	9
Wärmefiguren beim Flammrichten	10
Grundsätzliches	10
Dünnblechrichten mit Wärmepunkten	10
Wärmeoval im Rohrleitungsbau	12
Wärmestrich zur Beseitigung von Winkelverzug	12
Der Wärmekeil	13
Behinderung der Wärmeausdehnung	14
Spannwerkzeuge zur Ausdehnungsbehinderung bei Dünnblechen	15
Spannwerkzeuge zur Dehnungsbehinderung bei Blechen, Rohren und Profilen	16
Abkühlen nach dem Flammrichten	17
Grundsätzliches	17
Flammrichten diverser Werkstoffe	17
Bau-, Feinkornbau- und thermomechanisch gewalzte Stähle	17
Hochlegierte austenitische Stähle	17
Verzinkte Bauteile	17
Aluminium und Aluminium-Legierungen	18
Arbeitsregeln beim Flammrichten	18
Empfohlene Reihenfolge der Arbeitsgänge:	18
Checkliste	20

Flammrichten

Anwendung und Ausführung

Grundsätzliches

Diese Broschüre befasst sich mit einem Spezialgebiet innerhalb der Autogenverfahren. Es zeichnet sich dadurch aus, dass zur erfolgreichen Durchführung gewisse Grundkenntnisse im Bereich des elastischen und plastischen Werkstoffverhaltens, der Wirkungen von Kräften und Spannungen und von Wärmeeinwirkungen erforderlich sind. Ausserdem verlangt es ein gutes Fingerspitzengefühl und Vorstellungsvermögen über die Wirkung von Spannungen und Verformungen in Bauteilen. Praktisch jedes Richtproblem ist individuell, sodass eine sorgfältige Planung und gegebenenfalls der Beizug von erfahrenen Fachleuten unerlässlich ist.

Anwendung

Das Flammrichten ist ein gezieltes Flammwärmen von Metallkonstruktionen, bei dem eng begrenzte Bauteilbereiche auf Flammrichttemperatur erwärmt werden.

Das Flammrichten wird in fast allen Betrieben der Metallverarbeitung eingesetzt. In vielen Fällen ist eine wirtschaftliche Fertigung ohne eine sachgerechte Bearbeitung der Konstruktion durch das Flammrichten nicht möglich. Verzug, Verwerfungen, Verbiegungen und Verdrehungen lassen sich mit der Flamme schnell, werkstoffschonend und sicher richten. Der Anwendungsumfang des Flammrichtens reicht von einfachen bis zu komplizierten Werkstücken, wobei es bei diesen meist auch das einzig mögliche Richtverfahren ist, um eine Masstoleranz einzuhalten. Hinzu kommt, dass eine Vielzahl von Werkstoffen flammrichtgeeignet ist. Dabei sind die werkstoffspezifischen Eigenschaften zu beachten.

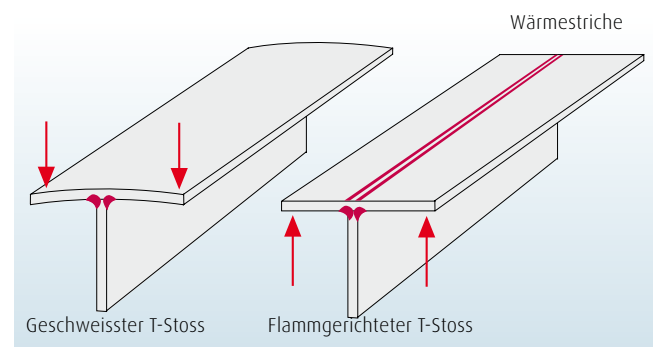


Bild 4.24 T-Stoss, geschweisst und gerichtet

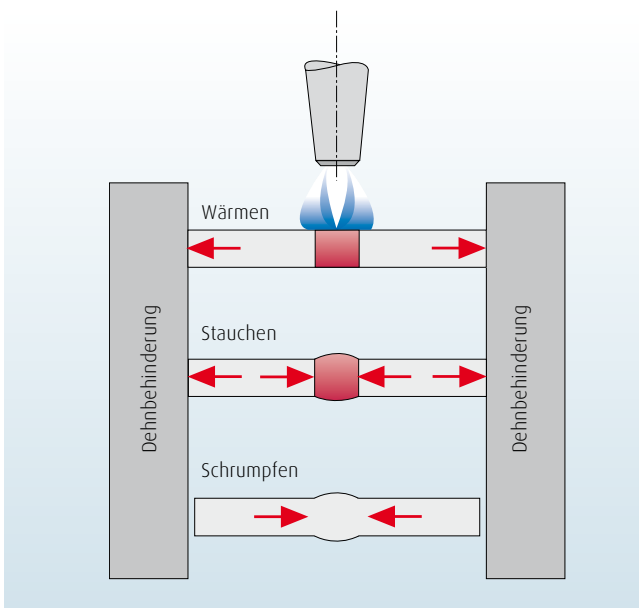


Bild 4.25 Verfahrensprinzip beim Flammrichten

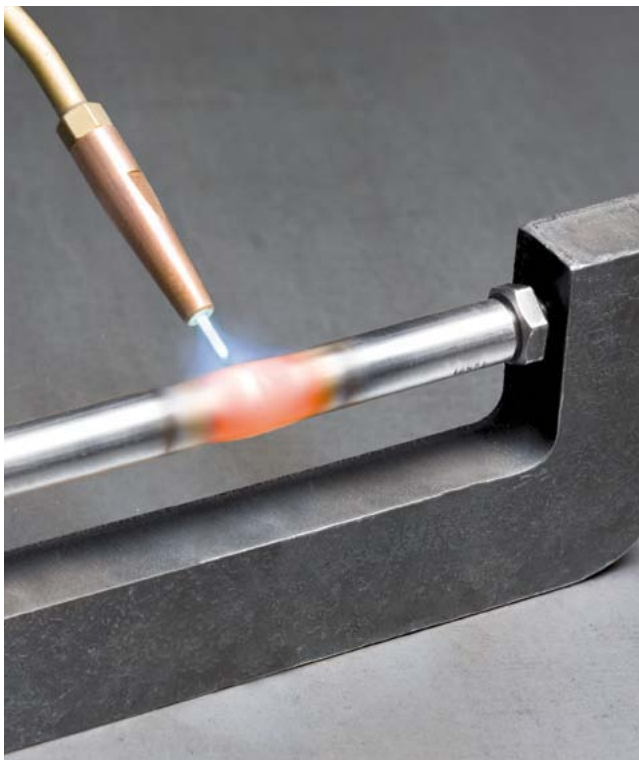


Bild 4.26 Stauchwirkung beim Flammrichten

Verfahren und Wirkung

Wenn Bauteile miteinander durch Schweißen verbunden werden, schrumpft während des Erkaltes das Schweissgut einerseits, andererseits wird durch die Erwärmung beim Schweißen die Wärmeeinflusszone zuerst aufgestaucht und danach schrumpft sie ebenfalls. Bei der Abkühlung des Bauteilbereiches entstehen durch

die Überlagerung beider Schrumpfungen Spannungen, die zum Verzug des Bauteils führen. Durch die gezielte Wärmeeinbringung durch das Flammrichten verzieht sich das Bauteil wieder in die ursprüngliche Form zurück. Zu lange Bauteilbereiche werden ebenfalls gezielt erwärmt. Es entsteht dadurch eine örtlich begrenzte Aufstauchung, die eine Massänderung während des Abkühlungsprozesses bewirkt.

Am Beispiel eines T-Stosses können diese Vorgänge verdeutlicht werden (Bild 4.24). Zunächst erfolgt die beidseitige Kehlnahtschweißung, bei der sowohl im Steg- als auch im Gurtbereich die Schweißnähte sowie die Wärmeeinflusszonen schrumpfen und zu einem Winkelverzug innerhalb des Gurtes führen.

Der Flammrichtvorgang mittels Wärmestrich erfolgt auf der Gegenseite der Kehlnaht an den Stellen, an denen der Gurt gekürzt werden muss. Wie viele Wärmestriche gezogen werden müssen und wie lang diese sein müssen, hängt vom Verzug, den Abmessungen und den Eigenspannungszuständen des Werkstückes ab.

Beim Flammrichten wird das Bauteil gezielt örtlich bis in den plastischen Bereich erwärmt. Dabei tritt in Folge behinderter Wärmeausdehnung eine bleibende Stauchung ein. Während des Abkühlens ergibt sich eine Kürzung im Werkstück um den aufgestauchten Anteil, die zu der gewünschten Längen- oder Formänderung führt.

3 Faktoren bewirken das Flammrichten:

Wärmen – Stauchen – Schrumpfen

Im Gegensatz zur Verformung mit dem Hammer, bei dem die Werkstückbereiche gelängt werden, stellt sich beim Einsatz der Flamme immer eine Verkürzung des erwärmten Bereiches des Bauteiles ein (Bild 4.25).

Werkstoffe

Alle schweisgeeigneten Werkstoffe lassen sich problemlos Flammrichten, wenn mit gleicher Sorgfalt werkstoffspezifische Eigenschaften berücksichtigt werden, wie es beim Schweißen üblich ist. Bei jedem metallischen Werkstoff sinken bei steigender Temperatur der Elastizitätsmodul und damit die Festigkeit. Bei der Erwärmung begrenzter Bauteilbereiche in den plastischen Bereich fließt der Werkstoff und staucht sich durch die Ausdehnungsbehinderung auf. Unterschiedliche Werkstoffe erfordern verschiedene hohe Flammrichttemperaturen (Tabelle 4.15).

Tabelle 4.15 Flammrichttemperaturen verschiedener Werkstoffe

Werkstoffe		Bezeichnung	altern. Bezeichnung	Flammrichttemperatur °C
Baustahl		S235JR S355J0		600 ... 800
Kesselstahl		P265GH 16Mo3 13CrMo4-5		
Feinkornbaustahl		S355N S890QL		550 ... 700
TM-Stahl		S355M S460M		
Nickelbasiswerkstoff		2.4360 2.4602 2.4856	NiCu30Fe NiCr21Mo14W NiCr22Mo9Nb	650 ... 800
Austenitischer CrNi-Stahl		1.4404 1.4301 1.4541	X2CrNiMo17-12-2 X5CrNi18-10 X6CrNiTi18-10	650 ... 800
Aluminium	Rein-Aluminium			150 ... 450
	nicht aushärtbare schweissgeeignete Legierungen	EN AW-3103 EN AW-5754	AlMn1 AlMg3	300 ... 450
	Knetlegierungen	EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	150 ... 350
	aushärtbare schweissgeeignete Legierungen	EN AW-6005A EN AW-6082	AlSiMg(A) AlSi1MgMn	150 ... 200
	Knetlegierungen	EN AW-7072 EN AW-7020	AlZn1 AlZn4,5Mg1	150 ... 350
Kupfer				600 ... 800

Brenngase

Beim Flammrichten müssen Bauteilbereiche gezielt und örtlich begrenzt in kurzer Zeit auf Flammrichttemperatur erwärmt werden. Dies ist nur möglich, wenn eine hohe Wärmestromdichte auf sehr engem Raum der Werkstückoberfläche angeboten wird. Speziell die Acetylen-Sauerstoff-Flamme hat durch die intensive Primärverbrennung diese hohe Wärmestromdichte. Brenngase, deren Wärmewirkung mehr in der Wärmeübertragung der grossflächigen Sekundärverbrennung liegt, sind für das Flammrichten ungeeignet. In diesen Punkten unterscheidet sich Acetylen von den langsam verbrennenden Gasen Propan und Erdgas (Bild 4.27 oben).

Durch Steigerung des Brenngas-Sauerstoff-Mischungsverhältnisses kann das Leistungsvermögen von Acetylen erheblich erhöht werden (Bild 4.27 unten). Deshalb ist die optimale Flammeneinstellung beim Flammrichten von entscheidender Bedeutung. Sachgerechtes Flammrichten ist nur mit Acetylen möglich!

Brenner

Der klassische Flammrichtbrenner ist der Acetylen-Sauerstoff-Einflammenbrenner, wie er für allgemeine Arbeiten der Autogentechnik verwendet wird (Bild 4.29).

Für besondere Einsatzfälle, zum Beispiel um einen Winkelverzug an geschweissten Metallkonstruktionen zu beheben oder um Verbeulungen an dickwandigen Beblechungen zu beseitigen, haben sich umschaltbare Mehrflammenbrenner sehr gut bewährt. Diese Geräte basieren auf dem gebräuchlichen Einflammenbrenner, bei dem 3 bzw. 5 Einzeldüsen, im Abstand von 30 mm in Reihe angeordnet, über einen Injektor versorgt werden. Dickwandige Bleche werden erfolgreicher mit Mehrflammen- oder Sonderbrennern flammgerichtet.

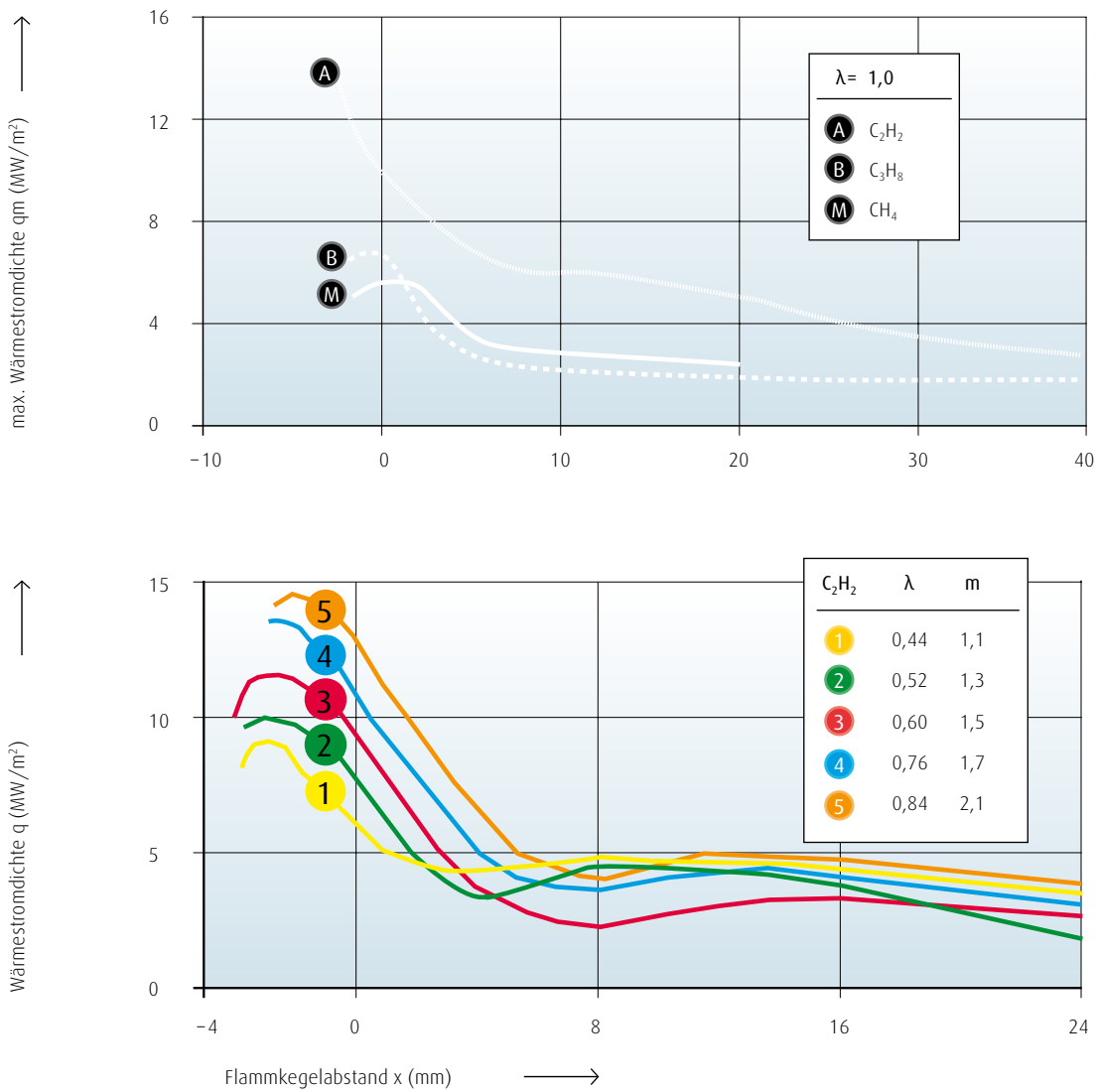


Bild 4.27 Wärmestromdichten von Brenngasen



Bild 4.28 Flammrichten an einem Doppel-T-Träger

Flammeneinstellung und Flammenführung beim Richtvorgang

Bei der Erwärmung ist nicht nur die Höhe der Flammrichttemperatur zu beachten, sondern auch die Flammeneinstellung, um den werkstoffspezifischen Eigenschaften gerecht zu werden. Beim Flammrichten wird mit unterschiedlichen Flammeneinstellungen gearbeitet. Es wird ausschliesslich eine hartbrennende Acetylen-Sauerstoff-Flamme eingesetzt, die je nach Werkstoff neutral, sauerstoff- oder acetylenüberschüssig eingestellt wird.



Bild 4.29 Sonderbrenner für Wärmepunkte



Bild 4.30 Einsatz eines Sonderbrenners für Wärmestriche

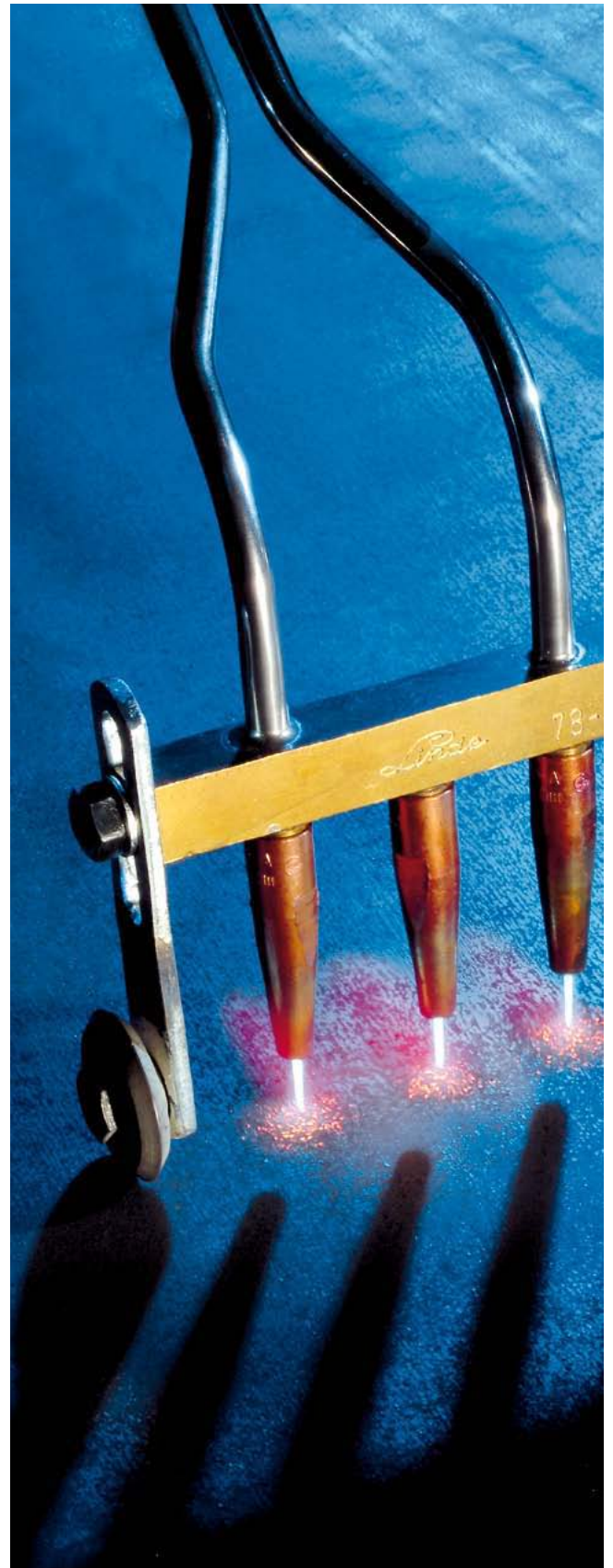


Bild 4.31 Flammrichtbrenner mit drei Flammen

Tabelle 4.16 Flammeneinstellung und -führung beim Flammrichten

Werkstoff	Flammeneinstellung Überschuss				Flammenführung Abstand zwischen Flammenkegel und Werkstück			
	C ₂ H ₂ 5 %	neutral	O ₂ 30 %	O ₂ 50 %	ca. 10 mm	ca. 5 mm	aufgesetzt	eingetaucht
Baustahl, Feinkornbaustahl, TM-Stahl, Kesselblech	–	0	+	++	–	–	+	++
Cr-Ni-Stahl, Duplex-Stahl	--	–	0	++	+	++	--	--
Aluminium, Aluminium-Legierungen	++	–	--	--	++	+	–	--

- unzulässig – ungeeignet
 o möglich + akzeptabel
 ++ sachgerecht

Alle ferritischen Stähle werden mit einer neutralen, besser noch mit einer sauerstoffüberschüssigen Flamme (bis zu 50 % O₂-Überschuss) gerichtet. Austenitische Stähle hingegen erfordern immer Sauerstoffüberschuss. Beim Flammrichten von Aluminium wird eine leicht acetylenüberschüssige Flammeneinstellung gewählt.

Es werden drei Flammeneinstellungen bei unterschiedlicher Flammenführung (Abstand zwischen Flammenkegelspitze und Werkstückoberfläche) angewendet. Der erfahrene Flammrichter arbeitet bei ferritischen Werkstoffen mit aufgesetztem oder besser mit eingetauchtem Flammenkegel, das heisst der Abstand zwischen Brenner und Werkstück ist bei eingetauchtem Flammenkegel geringer als die Flammenkegellänge. Dadurch wird der Wärmeübergang gegenüber dem aufgesetzten Flammenkegel verbessert. Es ist ein schnelleres Arbeiten möglich. Es ist zu beachten, dass bei dieser Flammenführung die Gefahr von Anschmelzungen höher ist. Austenitische Werkstoffe hingegen werden mit einem geringen Abstand zwischen Flammenkegel und Werkstückoberflächen flammgerichtet. Bei dieser Flammenführung wird eine eventuell mögliche Beaufschlagung der Richtstelle mit Kohlenstoff bei neutraler Flammeneinstellung aus der Arbeitszone der Flamme vermieden. Ein Kohlenstoffangebot könnte bei längerer Flammeneinwirkung und bei unzulässig hoher Richttemperatur zur Chromcarbidbildung an den Korngrenzen führen. Bei Aluminiumwerkstoffen wird der Abstand zwischen Flammenkegel und Werkstückoberfläche gegenüber austenitischen Werkstoffen

noch weiter vergrössert, um der niedrigen Schmelztemperatur von Aluminium Rechnung zu tragen.

Auswahl von Brennern zum Flammrichten

Die Wahl der geeigneten Brennergrösse zum Flammrichten von Blechen, Rohren und Profilen ist abhängig von der Werkstückdicke und vom Werkstoff. Für den Einsatz in der Praxis hat sich bei der Auswahl der geeigneten Brennergrössen die herkömmliche Brennerbezeichnung bewährt, die den schweisstechnisch beherrschbaren Blechdickenbereich beim Gasschweisverfahren angibt.

Grundregel für die Brennerwahl:

Das Kriterium für die Brennerwahl ist die Werkstückdicke. Ihr wird die entsprechende Brennergrösse zugeordnet.

Werkstoffe und Brenner

Bau-, Feinkornbau- und TM-Stähle
(normale Wärmeleitung)

Es wird ein Schweiseseinsatz gewählt, der ein bis zwei Brennergrössen grösser ist als der Brennereinsatz, der zum Gasschmelzschweissen der flammzurichtenden Werkstückdicke einzusetzen wäre.

Beispiel: Blechdicke 12 mm
 Brennergrösse: 7 oder 8

Nichtrostende Stähle

(geringere Wärmeleitung)

Es wird ein Schweisseinsatz gewählt, der die gleiche oder eine Brennergrösse kleiner ist als der Brenneinsatz, der zum Schmelzschweissen der flammzurichtenden Werkstückdicke einzusetzen wäre.

Beispiel: Blechdicke 12 mm

Brennergrösse: 6

Aluminium und Aluminium-Legierungen

(sehr hohe Wärmeleitung)

Es wird ein Schweisseinsatz gewählt, der mindestens zwei Brennergrössen grösser ist als der Brenneinsatz, der zum Schmelzschweissen der flammzurichtenden Werkstückdicke einzusetzen wäre.

Beispiel: Blechdicke 15 mm

Brennergrösse: 8 oder 9

Tabelle 4.17 Brennerauswahl für das Flammrichten

Brennergrösse		Acetylenverbrauch	Werkstückdicken	
			Baustahl Kesselstahl	CrNi-Stahl
DIN EN	mm	l/h	mm	
Einflammenbrenner				
Grösse 2	1 – 2	150	1 – 2	2 – 3
Grösse 3	2 – 4	300	2 – 4	3 – 4
Grösse 4	2 – 5	500	2 – 5	5 – 8
Grösse 5	4 – 6	750	4 – 6	7 – 12
Grösse 6	5 – 7	1150	5 – 7	10 – 18
Grösse 7	6 – 12	1700	6 – 12	15 – 30
Grösse 8	10 – 16	2500	10 – 16	25 – 50
Grösse 9	15 – 25	4000	15 – 25	
Grösse 10	20 – 40	7500	20 – 40	> 50
Umschaltbare Brenner				
Grösse 3	3/2 2 – 4	900/600	5 – 15	8 – 20
Grösse 3	5/3 2 – 4	1500/900		
Grösse 4	3/2 4 – 6	1500/1000	10 – 30	15 – 40
Grösse 4	5/3 4 – 6	2500/1500		
Dreiflammenbrenner				
Grösse 5	6 – 9	2250	15 – 40	20 – 50
Sonderbrenner		100 → 10000	1 – 300	



Grundarten der Erwärmung zum Kürzen und Biegen von Bauteilen

Bauteilbereiche können mit der Flamme als Werkzeug örtlich begrenzt erwärmt werden, die sich dann durch Behinderung der Wärmeausdehnung aufstauchen. Die Lage der Stauchstelle innerhalb des Werkstückes bestimmt die Formänderung (Bild 4.32).

Mittige oder symmetrische Erwärmung zum Kürzen

Wird ein Bauteil über die ganze Werkstückdicke gleichmässig auf Flammrichttemperatur gebracht, so staucht sich der erwärmte Bereich auf – vorausgesetzt, es wurde die Ausdehnung während des Erwärmungsvorganges ausreichend behindert. In diesem Fall verkürzt sich das gesamte Werkstück um den aufgestauchten Betrag. Man spricht von einer symmetrischen oder auch mittigen Erwärmung. Erhöhte Scheweisseigenspannungen werden je nach Lage der Schweissnähte zur Flammrichtstelle abgebaut.

Aussermittige oder unsymmetrische Erwärmung zum Biegen

Bei einer Bauteilerwärmung, die nur oberflächennah einseitig die Werkstückdicke erfasst, geschieht die Aufstauchung auch nur innerhalb des erwärmten Bereiches. Die Behinderung der Wärmeausdehnung erfolgt im Regelfall durch den kalt gebliebenen Werkstück-Restbereich. Auf diese Weise können Bauteile gezielt gebogen werden. Man spricht von einer unsymmetrischen oder auch aussermittigen Erwärmung (Bild 4.33).

Im Bauteil vorhandene Scheweisseigenspannungen lösen sich und werden durch Schrumpfspannungen infolge des Flammrichtvorganges überlagert. Spannungsspitzen werden im Bauteil abgebaut. Nicht selten ist zu beobachten, dass durch die Wahl ungeeigneter Brenner oder durch eine unpräzise Wärmeübertragung die Werkstücke sowohl verkürzt als auch gebogen werden, obwohl nur eine der beiden Verformungsarten gewünscht ist. Der Einsatz zu kleiner Brenner bewirkt über eine zu lange Erwärmungszeit ein unter Umständen unerwünschtes Durchwärmen. Es entsteht kein Wärmestau und somit keine örtliche Aufstauchung. Die gewünschte Verformung des Bauteils bleibt somit aus.

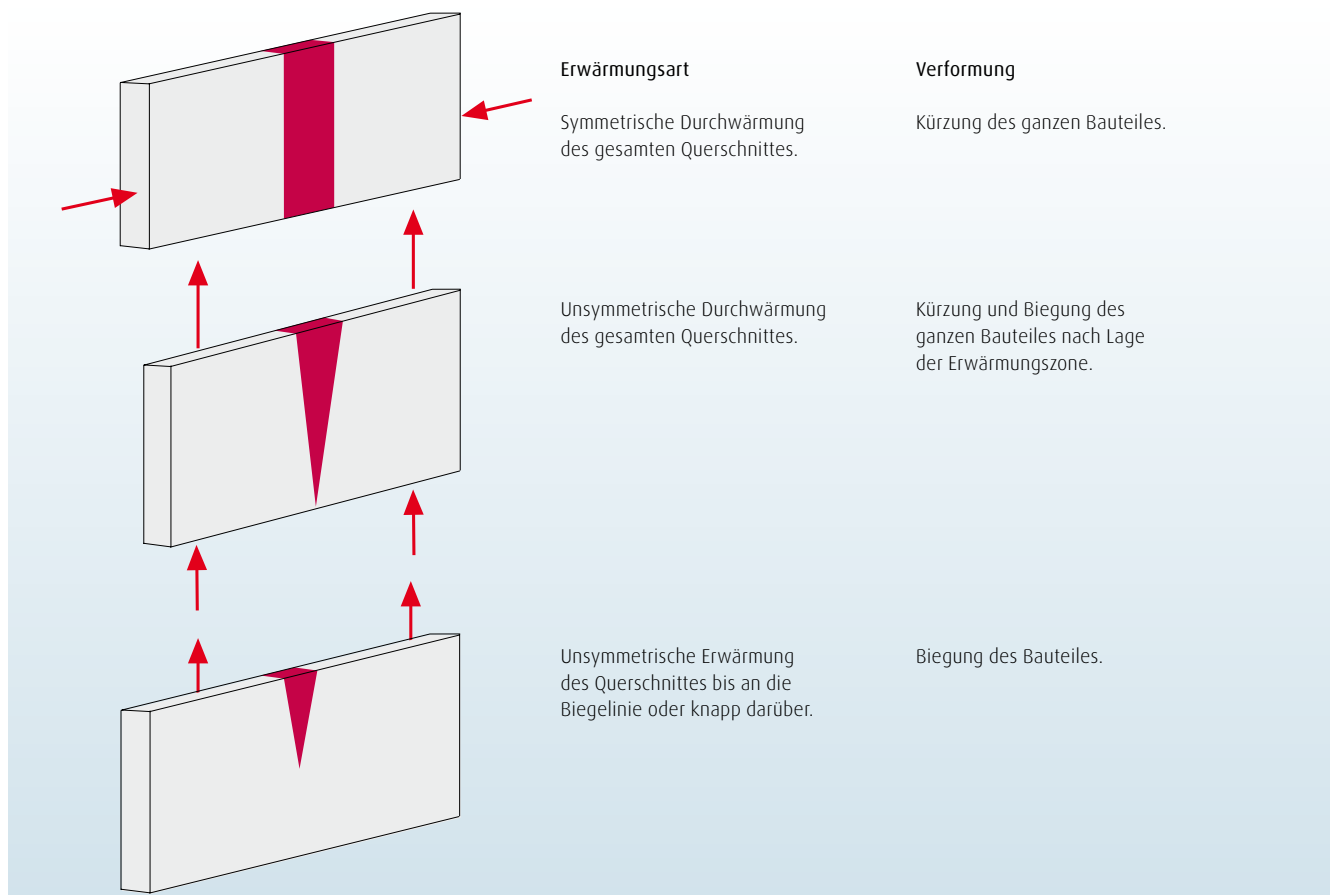


Bild 4.32 Erwärmungsarten und Verformung

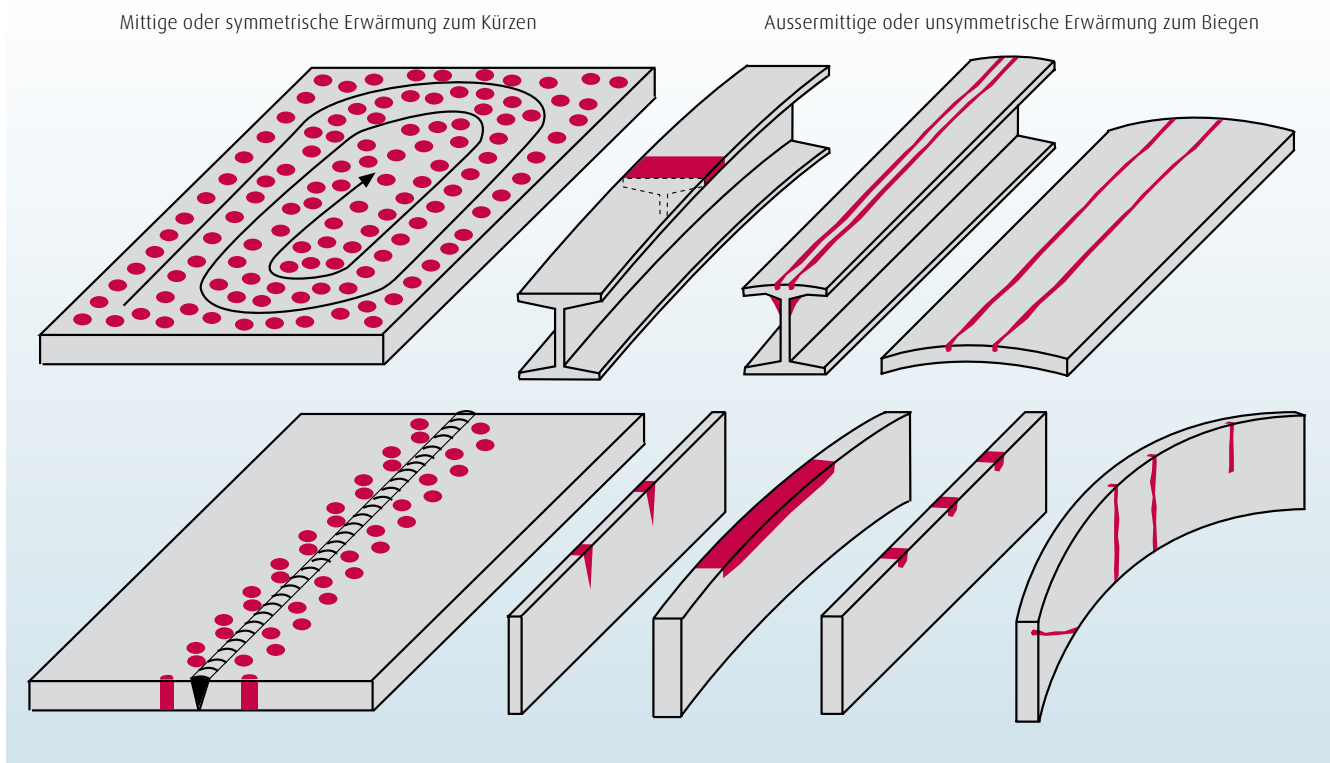


Bild 4.33 Lage der Erwärmungen zum Kürzen oder Biegen

Wärmefiguren beim Flammrichten

Grundsätzliches

Es werden je nach Bauteil und Verformungsgrad verschiedene Wärmefiguren angewendet (Bild 4.35), um ein möglichst optimales Richterergebnis zu erzielen. Die Wärmefiguren sind mit Ausnahme des Wärmepunktes auf dem Bauteil aufzuzeichnen, damit ein Überblick über die durchzuführende Erwärmung gegeben ist. Das Aufzeichnen von Wärmepunkten auf Blechflächen ist nicht nötig und nicht ratsam. Eine geometrisch zu regelmässige Punktanordnung kann zu bevorzugten linienförmigen Schrumpfbereichen führen, die nicht den gewünschten Richterfolg ergeben. Zweckmässig ist eine unregelmässige Punktverteilung.

Dünnblechrichten mit Wärmepunkten

Der Wärmepunkt wird vorzugsweise beim Flammrichten dünner Bleche bei der Beseitigung von Verbeulungen an Beblechungen eingesetzt. Die Anordnung der Wärmepunkte auf der Blechoberfläche ist unregelmässig. Linienförmige Punktreihen ergeben verstärkte Verkürzungszonen, die zu Faltenbildungen führen können.

Ein Wärmepunkt muss klein sein. Das Werkstück wird durchgewärmt, um eine flächige Verkürzung des Bauteils zu erzielen. Viele kleine Punkte sind wesentlich effektiver als wenige grosse. Letztere führen zu zusätzlichen Verbeulungen in der Blechebene.



Bild 4.34 Flammrichten eines Blechfeldes

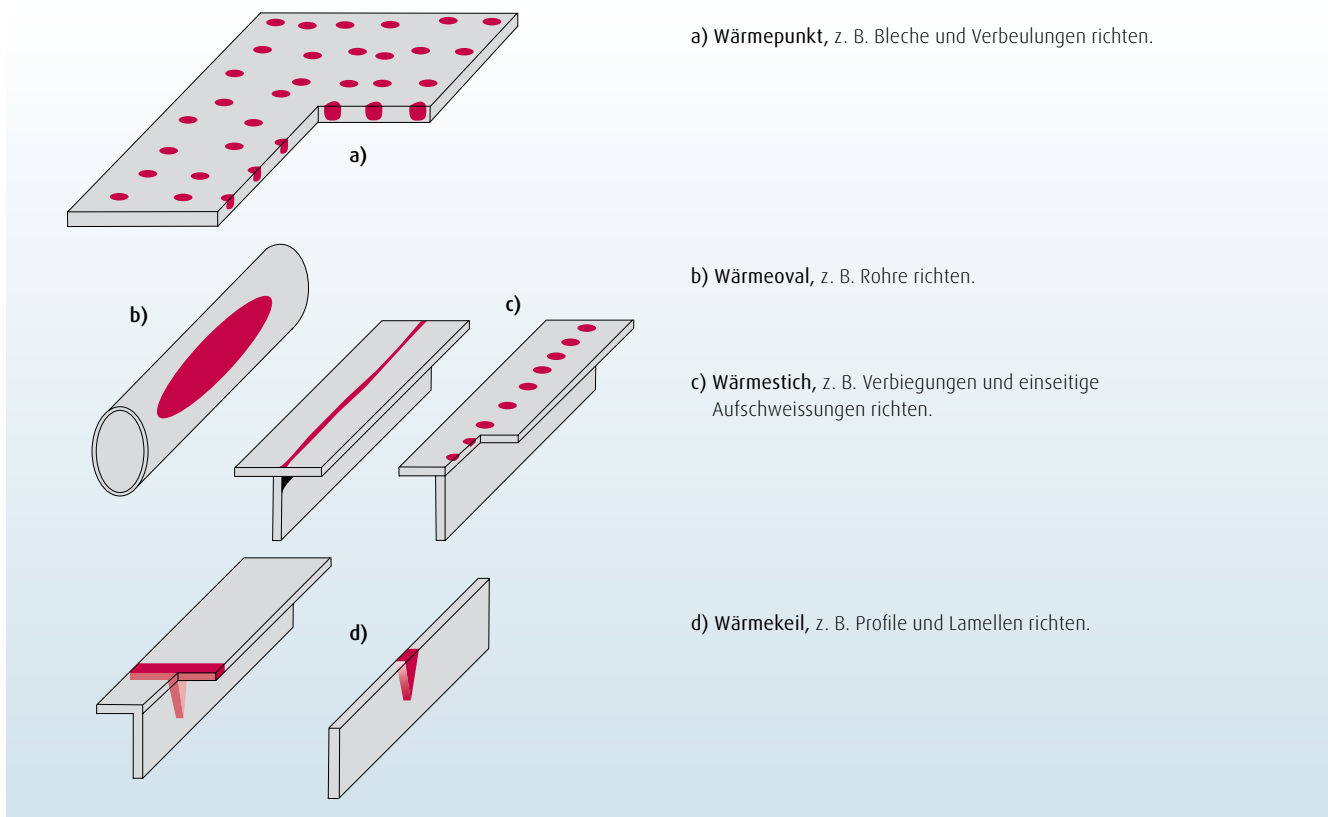


Bild 4.35 Wärmeformen beim Flammrichten

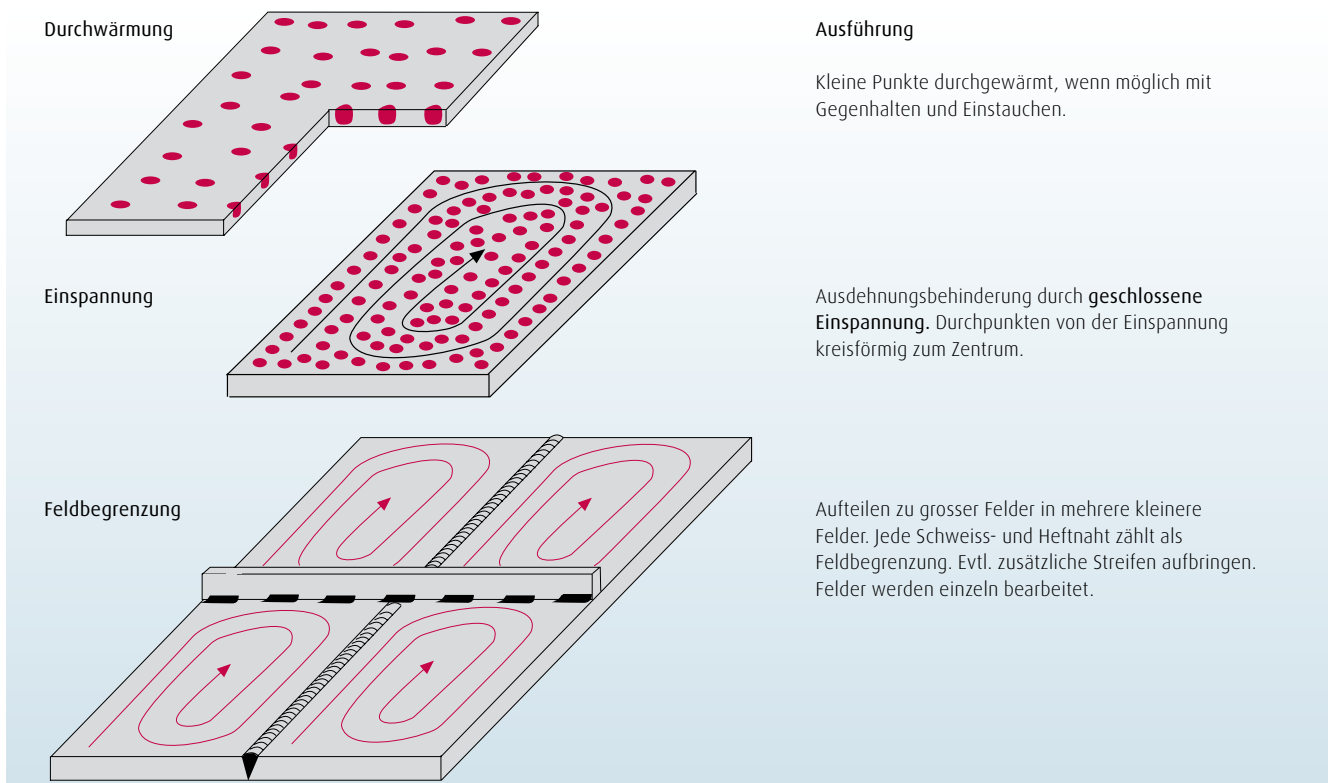


Bild 4.36 Wärmeformen in Blechfeldern

Abweichend von der Empfehlung für die Brennerauswahl für Baustähle, werden bis zu einer Blechdicke von 3 mm blechdickengleiche Brennergrößen eingesetzt, um möglichst kleine Wärmepunkte zu erhalten. Ein- oder mehrseitig offene Blechfelder sind ohne eine geschlossene Einspannung nicht flammrichtbar. Es muss immer ein in sich geschlossenes Feld gegeben sein. Jede Versteifung und jede Schweißnaht gilt als Feldbegrenzung. Zu grosse Blechfelder müssen gegebenenfalls nochmals, zum Beispiel durch aufgeheftete Streifen, in mehrere kleinere Blechfelder unterteilt werden.

Die Blechfelder werden einzeln konsequent von aussen nach innen durchgepunktet, wobei das Feld von der Einspannung ausgehend, spiralförmig in Richtung Feldmitte bearbeitet wird. Um glatte Werkstückoberflächen zu erhalten, werden Wärmepunkte mit einem geeigneten Hammer eingestaut. Von der Rückseite wird beim Einstauen mit einem flächenförmigen Werkzeug gegengehalten. Beim Flammrichten an Chrom-Nickel-Stahl müssen Werkzeuge aus artgleichem Werkstoff verwendet werden.

Wärmeoval im Rohrleitungsbau

Rohre und andere hohldrehsymmetrische Werkstücke lassen sich einfach und wirkungsvoll mit der Flamme richten. Die hauptsächliche Anwendung des Flammrichtens liegt in der Beseitigung von Verformungen, die durch das einseitige Anschliessen von Rohrzweigungen entstehen. Die Ursache der zunächst durch das Schweißen entstandenen Verformung liegt im Aufstauchen und nachträglichen Schrumpfen der Schweißnaht und der Wärmeeinflusszone. Diese Verformung wird dadurch behoben, dass mit einem der Rohrwanddicke angepassten Brenner auf der Gegenseite des Rohranschlusses eine Wärmestelle in Form eines Ovals eingebracht wird.

Die Grundregel lautet hierbei: Die lange Seite des Ovals immer in Rohrlängsrichtung anordnen.

Das Wärmeoval wird je nach Verbiegung bis in die Höhe der Symmetrieachse des Rohres gezogen, wobei die Rohrwandung durchgewärmt wird. Es entsteht ein Aufstauchen des erwärmten Bereiches, das nach dem Abkühlen die gewünschte Formänderung bewirkt. Ein um 90 Grad gedreht eingesetztes Wärmeoval wirkt ähnlich wie ein Wärmekeil, der eine Knickung des Rohres hervorrufen kann. Bei geringfügigen Formabweichungen können einzelne durchgewärmte Wärmepunkte oder eine Wärmepunktreihe zum Erfolg führen.

Wärmestrich zur Beseitigung von Winkelverzug

Der Winkelverzug ist die häufigste und die am deutlichsten sichtbare Verformungsart. Er kann in vielen Fällen dadurch beseitigt werden, dass ein oder mehrere parallel gezogene Wärmestriche auf der Gegenseite der Kehlnaht gezogen werden.

Ein Wärmestrich ist dann besonders wirkungsvoll, wenn nur ein Drittel der Werkstückdicke auf Flammrichttemperatur erwärmt wird. Hierzu ist es unbedingt erforderlich, dass leistungsstarke und sorgfältig auf die Blechdicke abgestimmte Brenner eingesetzt werden. Die Kontrolle der Eindringtiefe der Temperatur in die Werkstückoberfläche erfolgt über die Glühfarbe der Oberfläche unmittelbar hinter dem Flammenkegel des Richtbrenners. Um ein Gefühl für die Vorschubgeschwindigkeit zu bekommen, hebt der erfahrene Flammrichter den Brenner kurzzeitig etwas vom Werkstück ab.

Die Dunkelrotglut wird bei optimaler Flammeneinstellung, richtigem Abstand vom Flammenkegel zur Werkstückoberfläche und angepasster Vorschubgeschwindigkeit sofort abklingen. Wird eine längere Glühfarbenfahne festgestellt, ist die Wärmeeindringung in das Bauteil zu tief. Der Richterfolg ist dann nicht mehr optimal. Umschaltbare Flammrichtbrenner, die auch unter der Bezeichnung «umschaltbare 3/2- und 5/3-Mehrflammen-Brenner» bekannt sind, werden bevorzugt zur Beseitigung von Winkelverzug an Schweißkonstruktionen und zur Behebung von Verbeulungen an dickwandigeren Blechbeplankungen eingesetzt.

Die Flammeneinstellung, der Flammenkegelabstand zur Werkstückoberfläche und die Vorschubgeschwindigkeit sind sorgfältig aufeinander abzustimmen. Die Stützräder oder Leitkufen werden so eingestellt, dass der Flammenkegel die Werkstückoberfläche berührt.

Bei optimaler Flammeneinstellung und bei angepasster Vorschubgeschwindigkeit entstehen drei Wärmезonen, die deutlich erkennbar kalte Bereiche zwischen den einzelnen Wärmestrichen zeigen müssen. Ein Ineinanderlaufen der Wärmestriche ist zu vermeiden, da bei einer derartigen Vorgehensweise ein Durchwärmen des Werkstückes erfolgt. Es entsteht keine aussermittige Erwärmung. Die beabsichtigte Beseitigung des Winkelverzuges unterbleibt.

Umschaltbare Mehrflammenbrenner sind in zwei Größen erhältlich. Der Abstand der Einzeldüsen beträgt 30 mm und zwar in Brennergrößen 3 und 4. Die Brennergröße 2 bis 4 wird bis zu einer Blechdicke von 15 mm eingesetzt. Die Brennergröße 4 bis 6 kann wirkungsvoll bei Blechdicken von > 15 mm verwendet werden.

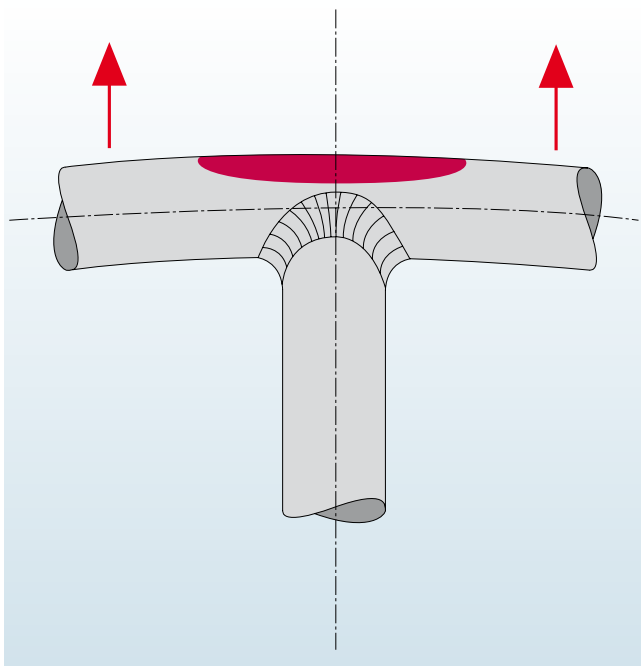


Bild 4.37 Wärmeoval

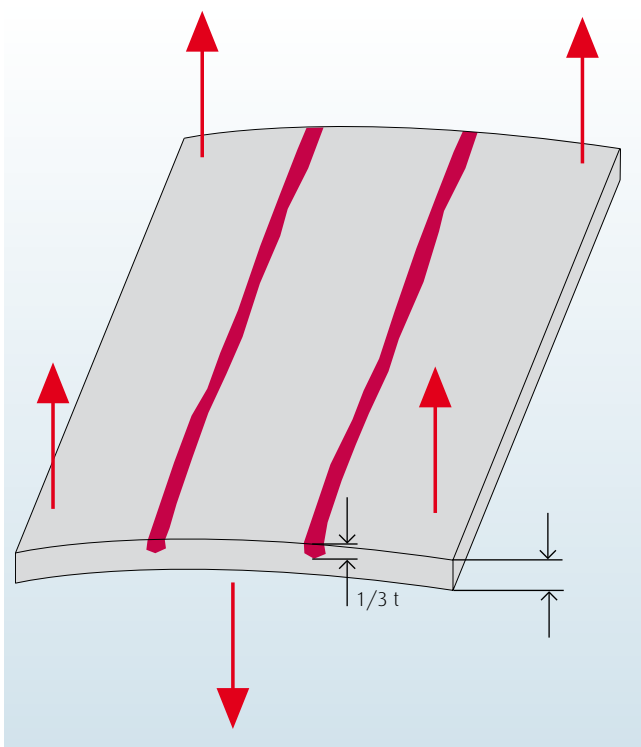


Bild 4.38 Wärmestrich

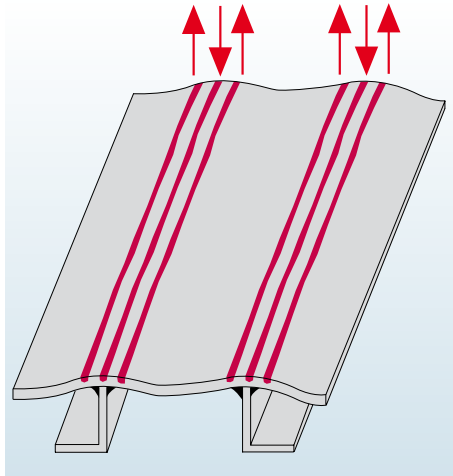


Bild 4.39 Wärmestriche mit Mehrflammen-Brennern

Der Wärmekeil

Der Wärmekeil (Bild 4.41) wird vorwiegend an Profilen und hochkant stehenden Lamellen eingesetzt, wenn grosse Verformungen beim Richten erreicht werden müssen. Das Bauteil wird immer – von der Keilspitze ausgehend bis zur Grundlinie – gleichmässig durchgewärmt. Es ist darauf zu achten, dass die Form und Grösse des Keils zu den Bauteilabmessungen passen. Der Wärmekeil muss scharf begrenzt, spitz und lang sein. Das Längenverhältnis Grundlinien zur Höhe des Keils sollte 1:3 nicht übersteigen. Die Höhe des Keils ist so zu wählen, dass die Keilspitze die Biegelinie des Profils nur unwesentlich überschreitet. Bei dieser Vorgehensweise wird die Steifigkeit nicht erwärmter Werkstoffbereiche als Ausdehnungsbehinderung genutzt.

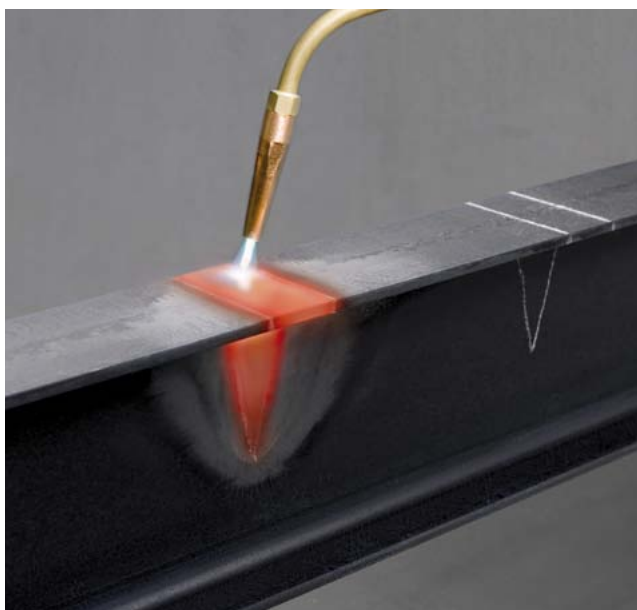


Bild 4.40 Wärmekeil an Doppel-T-Träger aus Baustahl

Es ist ratsam, die Form des Wärmekeiles beidseitig am Bauteil anzuzeichnen, um eine möglichst gegenüberliegende Erwärmung des Keilvolumens sicherzustellen. Bei einer versetzten Erwärmung entsteht keine keilförmige Erwärmungszone, sondern ein undefiniert erwärmter Werkstückbereich. Das führt nicht zum beabsichtigten Richterergebnis.

An Profilen ist die Vorgehensweise gleichermassen. Der Wärmekeil wird angezeichnet. Auch hier beginnt man mit der Erwärmung bei der Keilspitze (Steg) in Richtung Gurt. Die Keilgrundlinie bestimmt die Breite der Gurterwärmung. Den Hohlkehlenbereich am Übergang Steg zum Gurt – das Gebiet der grössten Materialansammlung – erwärmt man am besten, indem man die Erwärmung wechselweise von der Steg- und Gurtobenseite vornimmt (Bild 4.42). Um Stufen zwischen der erwärmten Gurtzone und den nicht erwärmten Gurtbereichen zu vermeiden, ist es ratsam, die Flammrichttemperatur an der Randzone des erwärmten Gurtes um ca. 50 °C niedriger zu halten.

Behinderung der Wärmeausdehnung

Das Stauchen der Richtstelle infolge Wärmeeinbringung ist Voraussetzung für den Richterfolg. Wenn das Bauteil nicht steif genug ist, um die Wärmeausdehnung während des Erwärmungsvorganges zu behindern, muss dies durch zusätzliche Massnahmen an der Richtstelle erfolgen, damit die Aufstauchung bereits vom Beginn der Erwärmung einsetzen kann.

Eine zusätzliche Behinderung der Wärmeausdehnung von aussen ist an weniger steifen Bauteilen von entscheidender Bedeutung für den Richterfolg. Auch an dickeren Querschnitten ermöglicht eine zusätzliche Dehnungsbehinderung ein schnelleres und wirkungsvolleres Flammrichten.

Beim Einsatz mechanischer Hilfsmittel zur Ausdehnungsbehinderung ist darauf zu achten, dass die Werkstücke nicht verspannt werden. Angebrachte Ausdehnungsbehinderungen dürfen nicht spannen, sondern nur festhalten. Übermässig aufgebrachte Spannkraften können bewirken, dass das Bauteil in der Flammrichtzone knickt.

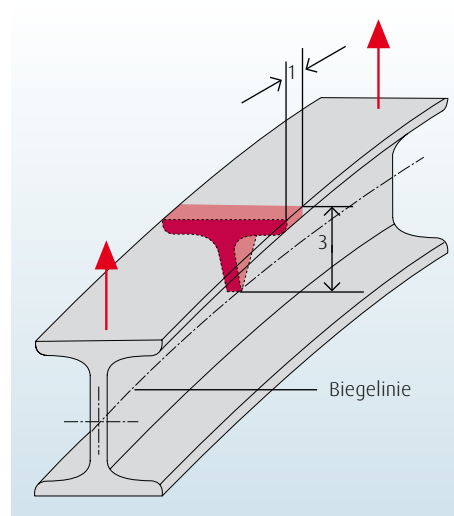


Bild 4.41 Wärmekeil an Doppel-T-Träger schematisch

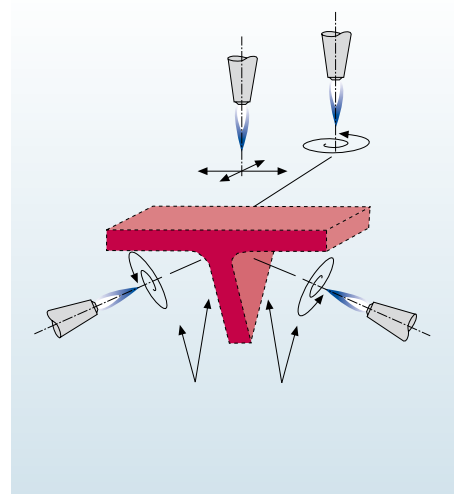


Bild 4.42 Wärmeführung am T-Träger

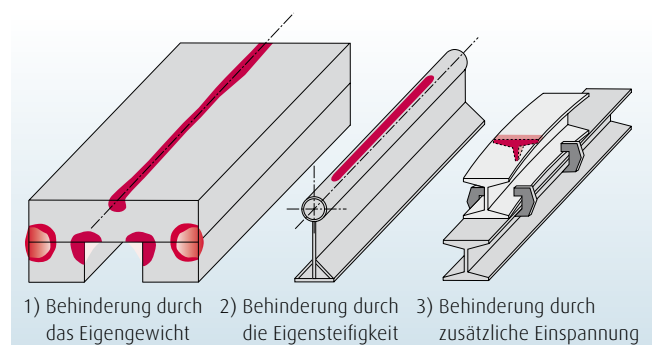


Bild 4.43 Behinderungsmöglichkeiten

Spannwerkzeuge zur Ausdehnungsbehinderung bei Dünoblechen

Dünne Bleche und labile Bauteile können ohne eine besondere Einspannung nicht flammgerichtet werden. Einzelne Werkstücke werden nach der klassischen Methode flammgerichtet: geschlossener Rahmen und Durchwärmen mit möglichst kleinen Wärmepunkten vom Rahmenrand zum Zentrum des Blechfeldes. Das Blech wird «gespannt», vergleichbar mit dem Spannen der Membrane einer Trommel. In der Serienfertigung, zum Beispiel im Waggonbau, haben sich Lochplatten bewährt, die auf die Einzelfeldgröße abgestimmt sind. Sie zwingen das Blech in die gewünschte Ebene und halten es während des Erwärmungsvorganges fest. Die Lochplattengröße, die Lochplattendicke und die Lochabstände sind abhängig von den Bauteilen und der Werkstückdicke. Die Masse basieren oftmals auf jahrzehntelangen Erfahrungen.

Das Flammrichten mit Lochplatten funktioniert nur dann, wenn der zu richtende Blechbereich von der Gegenseite durch eine stabile Platte gestützt wird. Im Schienenfahrzeugbau, bei dem die Beblechungen der Fahrzeugzellen oder der Fahrzeugaussenhaut vorrangig aus Aluminium-Werkstoff bestehen, werden als Gegenhalter Magnetplatten eingesetzt, die durch die Aluminium-Blechwand die Lochplatten fest anziehen und somit das Bauteil in die gewünschte Ebene zwingen. Das Durchpunkten erfolgt durch die Aussparungen der Lochplatte hindurch.

Eine besondere Reihenfolge der einzubringenden Punkte ist vom Flammrichter nicht zu berücksichtigen. Ein Einstauchen der warzenförmigen Verdickungen des Wärmepunktes ist nicht notwendig. Beim Einsatz von Lochplatten ist die Kontrolle der Flammrichttemperatur problematisch oder nicht durchführbar. Vor Beginn der Arbeiten ist deshalb der Einsatz der Flamme an einem Probeblech zu üben. In der Regel wird bei der Durchführung zunächst durch Zählen, dann nach Gefühl die Einwirkzeit der Flamme auf das Werkstück bestimmt. Anstelle der Kombination Lochplatte und Gegenhalterplatte haben sich bei relativ dünnen Blechen auch Vakuumplatten bewährt. Diese Platten bestehen aus einem stabilen Blech, an dessen Peripherie eine Gummidichtlippe ins Blech eingelassen ist. Die Vakuumplatte wird an das Blech angelegt. Durch Evakuieren des Zwischenraumes wird der zu richtende Blechbereich in die gewünschte Ebene gesogen. Der Flammrichtvorgang erfolgt von der Gegenseite. Die Anzahl und der Abstand der Wärmepunkte ist Erfahrungssache des Flammrichters.

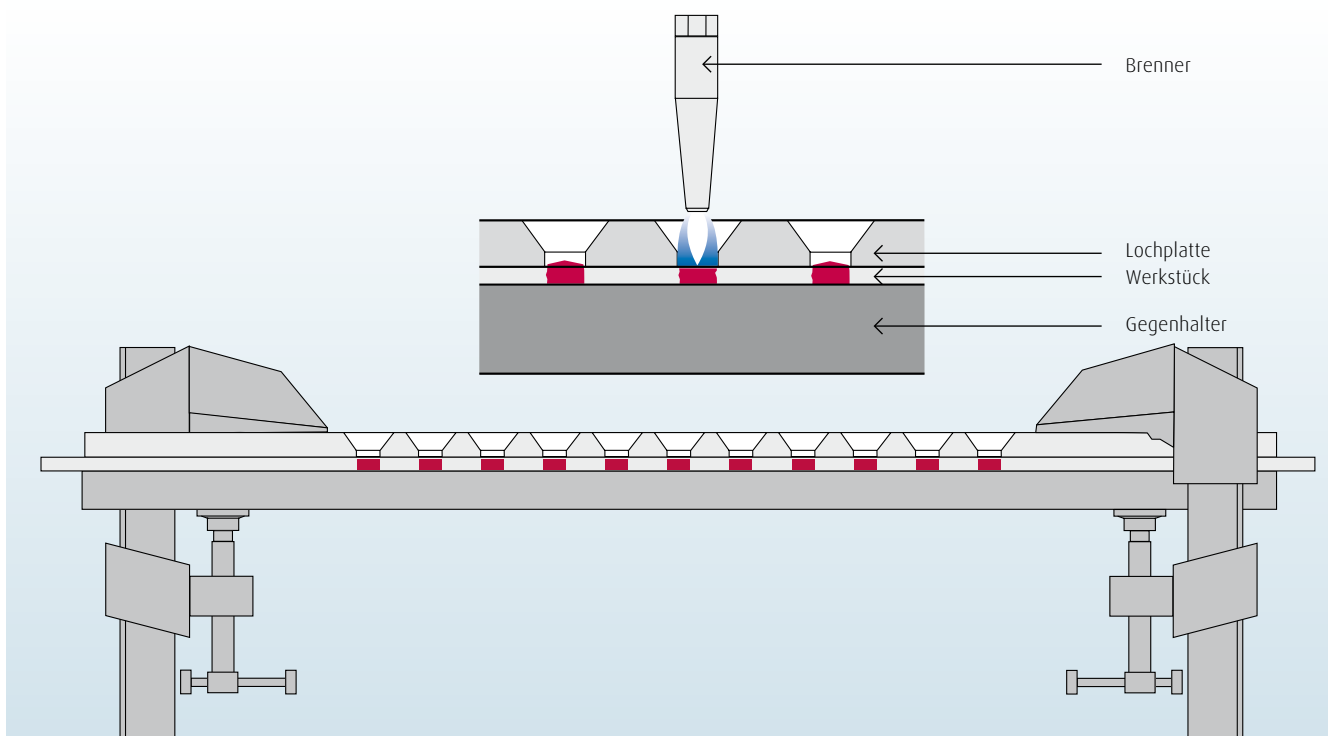


Bild 4.44 Flammrichten mit Lochplatte

Spannwerkzeuge zur Dehnungsbehinderung bei Blechen, Rohren und Profilen

Der Richterfolg wird dann optimal sein, wenn bereits zu Beginn der Erwärmung das Ausdehnungsbestreben des Bauteiles behindert wird. Das Mass der Verformung des Werkstückes durch eine freie Bewegungsmöglichkeit mindert die Massänderung durch die Einwirkung der Flamme. Vereinfacht gesagt heisst das: Wenn das Werkstück ausweichen kann, verringert sich die Richtwirkung und somit der Erfolg der Richtarbeit. Es kommt auf das Werkstück an, welcher Aufwand zur Ausdehnungsbehinderung notwendig ist. Wenn die Konstruktion in sich steif genug ist, kann unter Umständen auf zusätzliche Behinderungsmassnahmen verzichtet werden. Besteht die Möglichkeit, dass das Werkstück ausweichen kann, ist mit geeigneten Mitteln die Wärmeausdehnung zu behindern.

Geeignete Mittel sind:

- Schlosserschraubzwingen → Keile
- Ketten → Hubzüge und Stockwinden usw.

Ungeeignete Mittel sind:

- normale Schraubzwingen → hydraulische Hubwerkzeuge
- Seile → Gewichte
- alles, was nachgeben kann

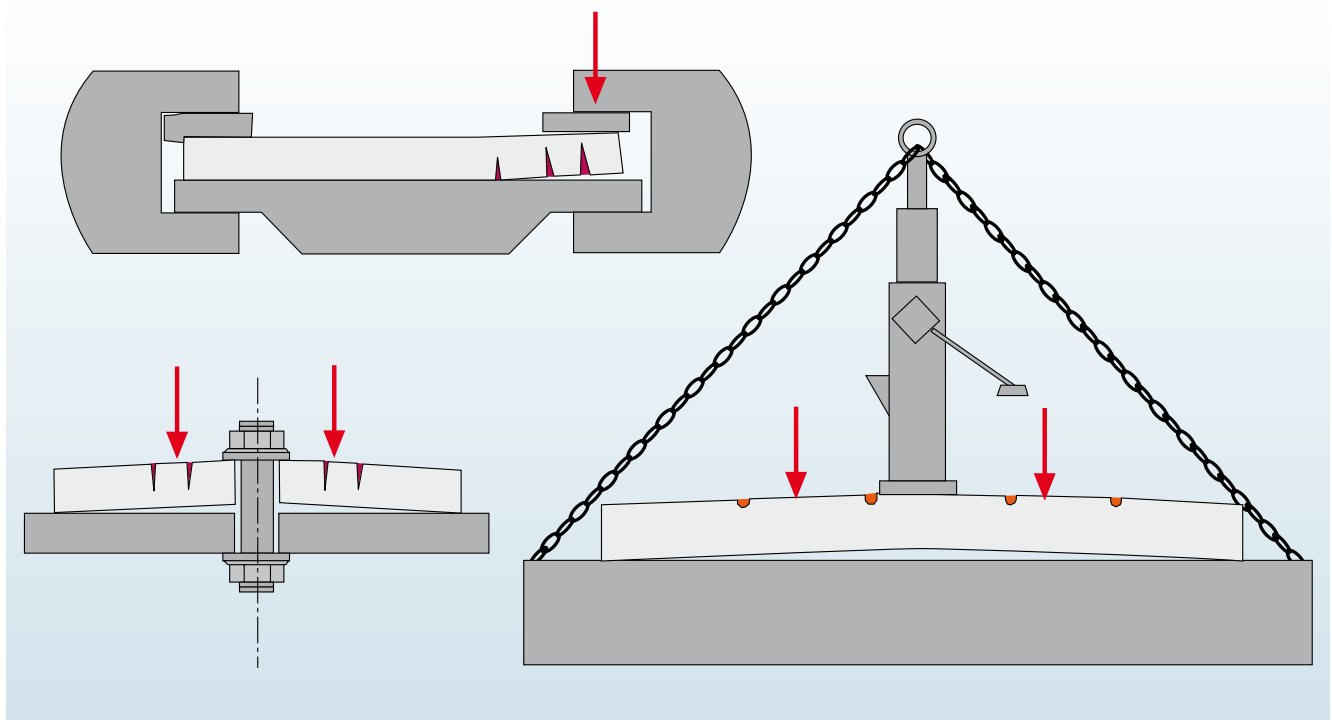
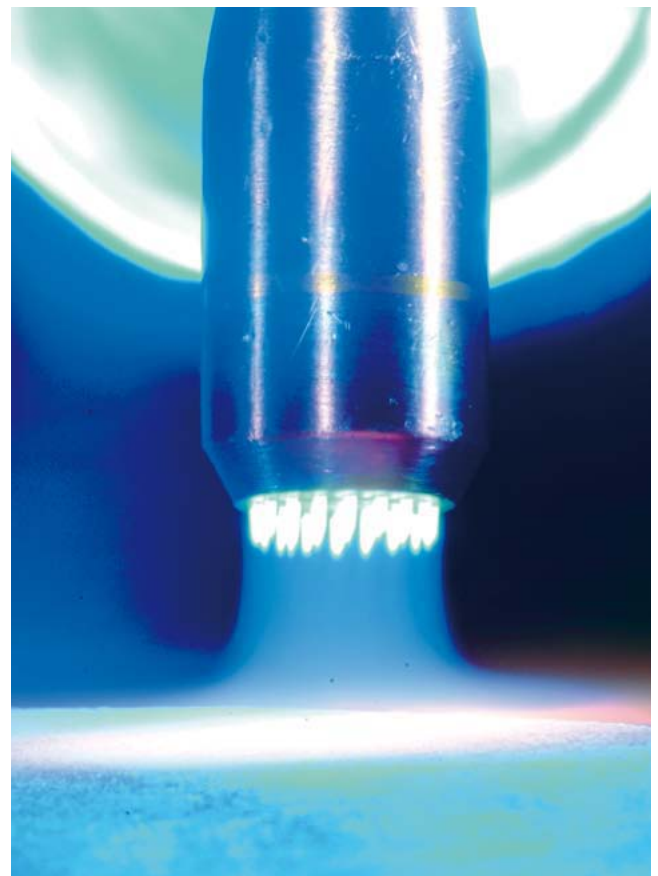


Bild 4.45 Hilfsmittel zur Ausdehnungsbehinderung

Abkühlen nach dem Flammrichten

Grundsätzliches

Durch das Abkühlen mit Wasser oder Druckluft nach dem Erwärmungsvorgang beim Flammrichten wird der Richtertyp nicht gesteigert. Man erreicht nur eine schnellere Vorgehensweise beim Flammrichten. Ein zusätzliches Kühlen benachbarter Bereiche der Flammrichtsstelle während des Erwärmungsvorganges beeinflusst das Aufstauchen positiv und steigert entsprechend die Richtwirkung. Wenn es möglich ist, sollte man auf ein forciertes Abkühlen nach der Erwärmung beim Flammrichten verzichten. Eine Ausnahme bilden jedoch austenitische nichtrostende Stähle. Bei diesen Stählen muss die Wärme schnell aus dem Werkstück abgeführt werden, um Chromcarbid-Ausscheidungen zu vermeiden und Korrosion zu verhindern. Chrom-Nickel-Stähle werden daher beim Flammrichten immer mit reichlich Wasser abgekühlt. Auch eine Kühlung mit CO₂-Schnee bringt gute Ergebnisse und vermeidet Nässe und Wasserpfützen am Arbeitsplatz. Das sachgerechte Abkühlen führt auch bei unlegierten Baustählen zu keinen Problemen; bei mikrolegierten Feinkornbaustählen (ab S355) hingegen ist auf ein schroffes Abkühlen zu verzichten. Hier gelten die gleichen Empfehlungen wie beim Schweißen. Bauteile aus Aluminium-Legierungen können wirkungsvoll mit Wasser oder Druckluft abgekühlt werden.

Unter sachgerechtem Abkühlen beim Flammrichten wird die behutsame Wärmeabfuhr vom Rand der Erwärmungszone zum Zentrum verstanden. Der Abkühlvorgang darf keinesfalls sofort den gesamten erwärmten Bereich abdecken (Bild 4.46). Beim Wärmekeil wäre es völlig falsch, den Abkühlvorgang an der Keilgrundlinie zu beginnen. Es entsteht dadurch oberflächlich eine Blockade des Schrumpfvorganges, gefolgt vom Anstieg hoher Zugspannungen im Keilzentrum, die zu keiner Verformung führen.

Flammrichten diverser Werkstoffe

Werkstoffe, die schweissgeeignet sind, können gefahrlos flammgerichtet werden. Wegen des besseren Wärmeübergangs in das Werkstück ist die Acetylen-Sauerstoff-Flamme hart und neutral einzustellen – besser noch hart und sauerstoffüberschüssig.

Bau-, Feinkornbau- und thermomechanisch gewalzte Stähle

Die Flammrichttemperatur ist 600 bis 650 °C, angezeigt durch eine Dunkelrotglut. Bei dieser Temperatur ist eine Gefügeveränderung ausgeschlossen. Die Abkühlung erfolgt im Allgemeinen an ruhender Luft. Schroffes Abkühlen kann bei dünneren und unempfindlichen Werkstücken zu kürzeren Richtzeiten führen.

Hochlegierte austenitische Stähle

Beim Flammrichten dieser Stähle wird der Gefügebau des Werkstoffes dann nicht verändert, wenn als Flammrichttemperatur «Dunkelrotglut» eingehalten wird. Wegen der geringeren Wärmeleitfähigkeit und des grösseren Wärmeausdehnungsvermögens wird schnell eine Aufstauchung und eine gute Richtwirkung erreicht. Schroffes Abkühlen, zum Beispiel mit Wasser oder CO₂-Schnee, beeinflusst das Werkstoff- und Korrosionsverhalten dieser Stähle positiv. Die Acetylen-Sauerstoff-Flamme wird in jedem Fall sauerstoffüberschüssig eingestellt, um eine kohlenstoffüberschüssige Flammengasatmosphäre an der Werkstückoberfläche zu vermeiden. Bei unsachgemäßem Flammrichten bei Temperaturen über 1000 °C und längerem Halten der Temperatur kann mit einer acetylenüberschüssigen Flammeneinstellung ein Aufkohlen der Werkstückoberfläche eintreten.

Nach dem Flammrichtvorgang müssen Anlauffarben von der Oberfläche durch Beizen oder Schleifen beseitigt werden, um eine anschliessende Korrosion zu verhindern. Das Formieren von Rohrippenseiten ist auch beim Flammrichten eine wirksame Methode zur Vermeidung von Anlauffarben.

Verzinkte Bauteile

Feuerverzinkte Bauteile lassen sich ohne Beeinträchtigung des Korrosionsschutzes durch die Zinkschicht hindurch flammrichten. Die günstigste Flammricht-Temperatur liegt auch hier bei «Dunkelrotglut». Sie ist an feuerverzinkten Bauteilen jedoch nur schwer zu erkennen. Eine Arbeitserleichterung bringt die Verwendung des Hartlot-Flussmittels Typ F-SH 1. Es ist wegen seiner Schmelztemperatur ein guter Temperaturindikator und schützt gleichzeitig die Oberfläche vor Oxidation.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die erwärmte, durch das Flussmittel geschützte Zinkschicht dichter wird und sich durch einen sehr guten Verbund zum Grundwerkstoff auszeichnet. Die verwendete Acetylen-Sauerstoff-Flamme darf nur mit mässiger Ausströmgeschwindigkeit die Werkstückoberfläche beaufschlagen.

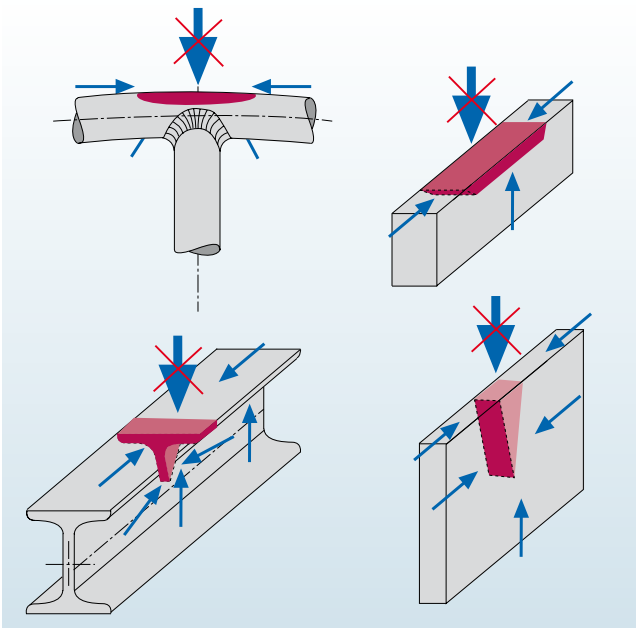


Bild 4.46 Abkühlen nach dem Flammrichten

Aluminium und Aluminium-Legierungen

Es wird mit einer neutralen oder schwach acetylenüberschüssigen Flamme gearbeitet. Wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit werden bei Aluminiumlegierungen grössere Brenneinsätze als bei Baustahl verwendet. Da die Wärmeausdehnung doppelt so gross ist wie bei Baustahl, muss in vielen Fällen die Ausdehnung während des Wärmens mit mechanischen Hilfsmitteln behindert werden. Die Richttemperatur liegt zwischen 150 und 450 °C. Sie kann schnell und einfach mit einem Holzspan oder einem der Temperatur angepassten Thermocolor-Stift kontrolliert werden.

Arbeitsregeln beim Flammrichten

Empfohlene Reihenfolge der Arbeitsgänge:

1. Messen
2. Lange Seite ermitteln
3. Behinderung der Wärmeausdehnung
4. Brenngas (Acetylen)
5. Brennerauswahl
6. Örtlich begrenzter Wärmestau
7. Stauchen durch plastische Verformung
8. Schrumpfen lassen bis auf Umgebungstemperatur
9. Erneutes Messen

1. Messen

Zunächst muss der Grund des Verzuges ermittelt werden. Erst dann ist ein sachgerechtes Flammrichten möglich. Bei Deformationen wird durch die Vermessung des Bauteils die Form und die Grösse der Massabweichung festgestellt.

2. Lange Seite ermitteln

Mit Hilfe der Flamme können Werkstücke nur gekürzt werden. Schweissnähte sind bereits zu kurz. Deshalb nie auf Schweissnähten wärmen.

3. Behinderung der Wärmeausdehnung

Während des Erwärmungsvorganges dehnt sich das Werkstück an der erwärmten Stelle aus. Um einen möglichst guten Richteffort zu bekommen, muss diese Ausdehnung bereits während des Erwärmungsvorganges behindert werden, damit die notwendige Aufstauchung des erwärmten Bereiches erreicht wird.

4. Brenngas (Acetylen)

Auf die Acetylen-Sauerstoff-Flamme kann beim Flammrichten nicht verzichtet werden! Das Brenngas-Sauerstoff-Gemisch muss mit einer hohen Ausströmgeschwindigkeit und Wärmestromdichte die Werkstückoberfläche beaufschlagen. Langsam verbrennende Gase, wie Propan oder Erdgas, benötigen aufgrund ihrer Verbrennungscharakteristik im Vergleich zu Acetylen für die örtliche Erwärmung mehr Zeit und entwickeln durch das höhere Brenngas-Sauerstoff-Mischungsverhältnis ein grösseres Flammvolumen. Dadurch werden benachbarte Bereiche der Flammrichtestelle miterwärmt. Die Folge ist ein Ausbeulen des erwärmten Bereiches. Der Richteffort ist unbefriedigend.

5. Brennerauswahl

Die Brennergrösse richtet sich nach der Dicke des Werkstücks und dem zu richtenden Werkstoff.

6. Örtlich begrenzter Wärmestau

Das sachgerechte Flammrichten funktioniert nur, wenn ein örtlich gezielter Wärmestau erzeugt wird. Die erwärmten Bereiche müssen klein gehalten werden. Mehrere kleine Wärmefiguren sind besser und wirkungsvoller als eine grosse Figur. Wärmekeile sind schlank und scharf begrenzt im Verhältnis 1:3 in das Werkstück einzubringen.

7. Stauchen durch plastische Verformung

Das Wärmeangebot ist so zu bemessen, dass die Flammrichtstelle die Dehngrenze erreicht. Im plastischen Bereich fließt der Werkstoff durch die Behinderung der Wärmeausdehnung. Es kommt zum Aufstauchen des erwärmten Bereiches. Während des Abkühlens schrumpft der erwärmte Bereich um den aufgestauchten Anteil. Während des Abkühlvorganges verliert die Ausdehnungsbehinderung ihre Aufgabe. Dies ist dadurch erkennbar, dass sich bei fortschreitender Abkühlung beispielsweise Stockwinden oder Keile, die zur Ausdehnungsbehinderung eingesetzt wurden, lockern. Das Werkstück verformt sich.

8. Schrumpfen lassen bis auf Umgebungstemperatur

Oft wird die Richtwirkung als zu gering eingestuft, wenn das Werkstück noch nicht abgekühlt ist. Da die Werkstücke bis zur Erreichung der Umgebungstemperatur schrumpfen, ist erst nach vollständiger Abkühlung der Richterfolg zu beurteilen.

9. Erneutes Messen

Der Richterfolg ist durch Messen festzustellen. Erst danach wird eine neue Richtstelle festgelegt.



Checkliste

1. Schweiß- und Schneidarbeiten in und an Behältern, die Flüssigbrennstoffe, Öle, Farben, Lacke, Säuren u. Ä. enthalten haben, erst nach gründlicher Reinigung und unter Einhalten der Schutzmassnahmen gemäss «Schweiz. Blätter für Arbeitssicherheit» ausführen.

2. In der Umgebung brennbarer Materialien nur schweissen, schneiden usw., wenn die Massnahmen gemäss Broschüre RS 350 «Brand-schutz beim Schweissen, Schneiden und verwandten Verfahren» getroffen sind.

3. Keinesfalls Sauerstoff zur Luftverbesserung, zum Abpressen, Farbspritzen usw. verwenden. Explosions- und Brandgefahr. Mit Sauerstoff durchtränkte Kleider sind äusserst feuergefährlich.

Gasschweissen und -schneiden

4. Vor Anschluss von Gasflaschen Zustand der Dichtungen prüfen. Dichtigkeitsproben nicht mit Flammen, sondern durch Abseifen oder Absprayen.

5. Arbeitsdrücke richtig einstellen. Für Injektorbrenner zum Schweissen oder Schneiden genügt ein Acetylendruck bis 0,8 bar (kg/cm²). Sauerstoffdruck entsprechend der Angabe auf Brenneinsatz oder Schneiddüse einstellen, z. B. 1 bis 2,5 bar (kg/cm²) für Injektorbrenner.

6. Vor Aufsetzen der Brenneinsätze prüfen, ob Einsatz im Handgriff gut aufliegt und dichtet bzw. die Dichtungen in gutem Zustand sind. Überwurfmutter kräftig anziehen; Schlüssel verwenden, wenn für Schlüsselanzug konstruiert.

7. Beim Inbetriebsetzen von Brennern zuerst deren Sauerstoffhahn öffnen. Beim Ausserbetriebsetzen zuerst Brenngashahn schliessen. Bei Arbeitsschluss Brenngas- und Sauerstoffschlauch separat entlasten bei geschlossenem Brennerhahn für das andere Gas.

8. Schlauchenden zuverlässig befestigen, z. B. mit Briden.

9. Rückschlag- und Rückströmsicherungen, Druckreduzierventile und Brenner periodisch revidieren lassen; Brennerdüsen stets sauberhalten.

Druckgasflaschen

10. Gasflaschen gegen Umfallen sichern, z. B. mit Schelle oder Kette; auf Baustellen genügen Strick oder Draht. Bei liegend verwendeten Acetylenflaschen Kopf erhöht lagern.

11. Gasflaschen vor Erhitzung schützen.

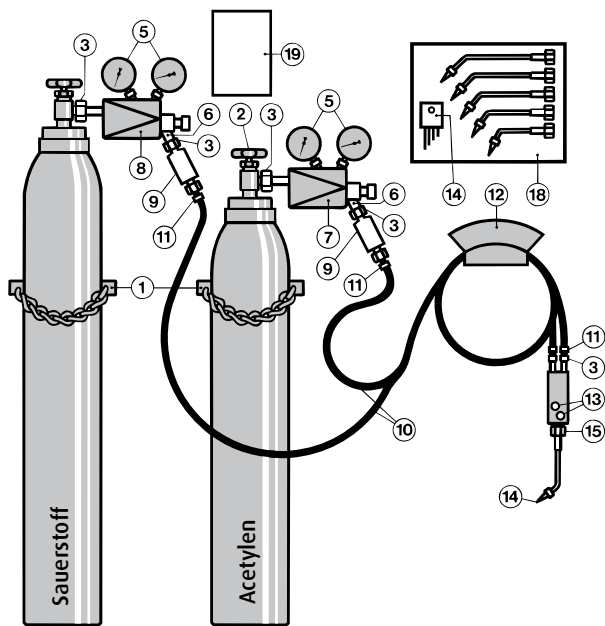
12. Flaschenventile beidhändig langsam öffnen.

13. Flaschenventile und Druckreduzierventile weder ölen noch fetten.

14. Bei in Gebrauch stehenden Acetylenflaschen, deren Ventil kein Handrad hat, Schlüssel auf Flaschenventil stecken lassen.

15. Bei Arbeitsschluss und längeren Arbeitsunterbrüchen Ventile schliessen und Druckregulierschraube lösen. Ventile leerer Flaschen ebenfalls schliessen.

16. Bei Undichtheit und Brand: Flaschenventile sofort schliessen. Erhitzte Flaschen intensiv mit Wasser kühlen. Acetylenflaschen bei geschlossenem Ventil während mehrerer Stunden kühlen.



Ist Ihre Gasschweis-Anlage in Ordnung?

Druckgasflaschen

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Sind die Druckgasflaschen zuverlässig gegen Umfallen gesichert? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Sind Acetylenflaschenventile ohne Handrad mit dem zugehörigen Steckschlüssel ausgerüstet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Armaturen

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 3. Sind alle Ventile und Anschlüsse dicht? Prüfung mit Spray oder Seifenwasser. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Sind alle Armaturen öl- und fettfrei, in einwandfreiem Zustand und funktionstüchtig? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Gehen die Manometer beider Druckreduzierventile auf Null zurück? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Sind die Abgangsstutzen der Druckreduzierventile so angeordnet, dass sie nicht auf andere Gasflaschen gerichtet sind? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Ist das Acetylendruckreduzierventil so gebaut, dass der Arbeitsdruck nicht über 1,5 bar eingestellt werden kann? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Ist der Membrandeckel des Sauerstoffdruckreduzierventils senkrecht nach unten gerichtet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Sind vom Inspektorat SVS zugelassene Sicherheitsarmaturen eingebaut? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| → Acetylen: | Gasrücktrittventil | |
| | Flammensperre | |
| | Nachströmsperre | |
| → Sauerstoff: | Gasrücktrittventil | |

Schläuche

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 10. Sind die Schläuche in gutem Zustand?
Sind sie mit zwei Sternen (**) gekennzeichnet?
(* = Mindestberstdruck 60 bar)
Stimmen die Kennfarben?
(Acetylen: rot; Sauerstoff: blau) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Sind alle Schlauchenden, z.B. mit Briden, zuverlässig gesichert? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Ist eine geeignete Schlauchablage vorhanden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Brenner

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 13. Sind die Brennerhähne gut bedienbar und dicht? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Sind die Mündungen der Brenneransätze in einwandfreiem Zustand?
Sind die zugehörigen Reinigungswerkzeuge vorhanden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Sind alle Bestandteile der Brenner fest angezogen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. Ist die Saugwirkung der Injektorbrenner (Saugbrenner) vorhanden?
→ Acetylenflaschenventil schliessen.
→ Acetylen Schlauch vom Brennerhandgriff entfernen.
→ Sauerstoffdruck am Druckreduzierventil einstellen.
→ Beide Brennerhähne öffnen.
→ Prüfen der Saugwirkung durch Auflegen des Fingers auf den Acetylenanschluss des Brenners. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 17. Brennt die Flamme bei den vom Lieferanten angegebenen Arbeitsdrücken einwandfrei? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. Werden die Brenneransätze geschützt aufbewahrt? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Instruktionen

- | | Ja | Nein |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 19. Ist der Anschlag SVS 10d, «SICHERHEIT BEIM SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN» in der Nähe des Gasschweispostens angebracht?
Werden diese Instruktionen befolgt? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Weltweiter Vorsprung durch Innovation.

PanGas übernimmt als Tochter der weltweit führenden Linde Group mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Massstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

PanGas bietet mehr: Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Kundenbedürfnisse abgestimmt: individuell und massgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgrösse.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns nicht nur «wir für Sie», sondern vor allem auch «wir mit Ihnen». Denn in der Zusammenarbeit liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

PanGas – ideas become solutions.

Kompetenzzentren

Industriepark 10
CH-6252 Dagmersellen

Rte du Bois 14
CH-1024 Ecublens

Via Centro Sportivo 4
CH-6573 Magadino

Rheinfelderstrasse 971
CH-4132 Muttenz

Industriestrasse 40
CH-8404 Winterthur

Contact Center

Auskünfte unter:
Telefon 0844 800 300, Fax 0844 800 301
contact@pangas.ch

Fachmärkte und Lieferstellen

Alle Adressen und Lagepläne finden Sie auf
www.pangas.ch

PanGas AG

Hauptsitz, Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Telefon 0844 800 300, Fax 0844 800 301, www.pangas.ch