

3.3.7 Richten¹

Unzulässige Formabweichungen im Schiffbau werden durch Richten beseitigt. Die Ursache hierfür können äußere Einwirkungen, freiwerdende innere Materialspannungen oder ungleichmäßig wirkende Schrumpfspannungen nach dem Schweißen sein.

Bei der Herstellung verformter Platten erfolgt ein Teil der endgültigen Formgebung häufig durch Richten mit der Flamme,

Das Richten ist in der Praxis der Werften ein häufig angewandtes Verfahren, das viel handwerkliches Geschick erfordert.

Man unterscheidet:

- **Kaltrichten** (mechanische Einwirkung)
- **Warmrichten** (Wärmeeinwirkung)

Das *Kaltrichten* ist anwendbar bei kleineren Werkstücken oder Profilen, die sich noch in der Werkstatt am Schraubstock oder auf einer Richtplatte mit dem Hammer bearbeiten lassen. Durch Schläge mit dem Schlosserhammer werden zu kurze Werkstückpartien gestreckt und zu lange gestaucht. Auf Werften kommen solche Arbeiten höchstens im Ausrüstungsbereich vor. Im gewissen Sinne könnte man auch die bei der Montage anfallenden Arbeiten zum Positionieren und Ausrichten von Bauteilen als Kaltrichten bezeichnen. Kaltrichten mit Maschinen findet auf der Werft statt, wenn man Bleche wegen zu großer Unebenheiten durch eine Richtwalze laufen lässt.

Von erheblich größerer Bedeutung ist im Schiffbau das *Warm- oder Flammrichten.*, das vor allem eingesetzt wird, um Verzüge, die durch das Schweißen entstanden sind, wieder zu beseitigen.

Das Prinzip des Flammrichtens besteht darin, dass das Werkstück mit Formabweichungen örtlich gezielt und schnell erwärmt, die Wärmeausdehnung aber behindert wird. Dies bewirkt in der erwärmten Zone eine Stauchung. Beim Abkühlen verkürzt sich das Werkstück um den gestauchten Anteil, sodass es zu der angestrebten bleibenden Formänderung kommt. Für ein erfolgreiches Flammrichten ist es wesentlich zu wissen, wo und in welcher Weise man erwärmen muss. Die Fläche, auf denen die Wärme eingebracht wird, nennt man „Wärmefigur“. Ihre Form ist von der jeweiligen Arbeitsaufgabe abhängig.

Schiffbaustahl kann ohne Schwierigkeiten flammgerichtet werden und erfährt bei richtiger Vorgehensweise auch keine nachteiligen metallurgischen Veränderungen.

Die wichtigsten Anwendungsfälle im Schiffbau sind die folgenden:

1. Winkelschrumpfung

Sie entsteht, wenn ein Profil mit einer Platte durch Kehlnähte verschweißt wird. Beim Kehlnahtschweißen wirkt die Schweißwärme überwiegend auf einer Seite der Platte. Dadurch entsteht auch die Schrumpfung überwiegend auf dieser Seite. Dies bewirkt, dass die Platte in Richtung der Kehlnaht hochgezogen wird. Die Winkel zwischen Platte und Profil von $2 \times 90^\circ$ verringern sich deutlich. Dies geschieht bei jeder aufgeschweißten Versteifung eines Plattenfeldes, sodass das nachfolgende Muster entsteht:

¹ *Quelle:* Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V. (Hrsg.): Schiffstechnik und Schiffbautechnologie; Hamburg: Seehafen Verlag GmbH, 1998, ISBN 3-87743-800-8, S. 108ff

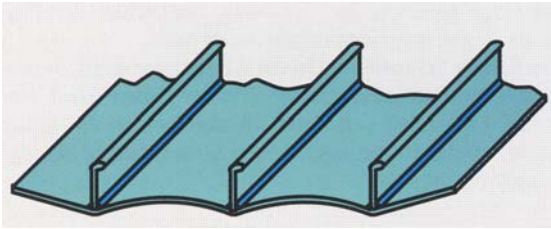
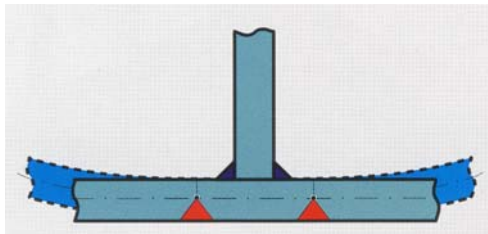


Bild: Querschnitt Winkelschrumpfung

Wenn man an einem Schiffsrumpf längs entlang sieht, kann man bei streifender Beleuchtung diese Verformung der Außenhautplatten gelegentlich erkennen, besonders deutlich bei Kriegsschiffen und Fahrgastschiffen, die aus relativ dünnen Blechen gebaut sind („Die Rippen gucken heraus wie bei einem verhungerten Pferd“).

Weil die Platte durch die Kehlnähte nicht völlig durchgewärmt worden ist, bleiben ihre Querschrumpfung und ihre Längsschrumpfung verhältnismäßig gering.



**Bild:
Richten der Winkelschrumpfung mit dem Brenner**

Die Beseitigung der Winkelschrumpfung erfolgt in vergleichbarer Weise wie ihre Entstehung: Auf der Gegenseite der Kehlnähte wird in genau dosierter Menge Wärme eingebracht, die eine Winkelschrumpfung in gegen teiliger Richtung bewirkt und die Winkel von 90° wiederherstellt. Die eingebrachte Wärme darf nicht tiefer als bis zur halben Blechdicke eindringen. Wenn sie das Blech durchwärmen würde, würde sie die unerwünschte Quer- und Längsschrumpfung und auch die vorhandene

Winkelschrumpfung vergrößern. Weil es schwierig ist, die Wärme richtig zu bemessen, ist es besser, weniger Wärme als zuviel Wärme einzubringen. Am besten gelingt das Richten einer Winkelschrumpfung mit einem Dreierbesen auf der gegenüberliegenden Seite der Kehlnahtschweißung

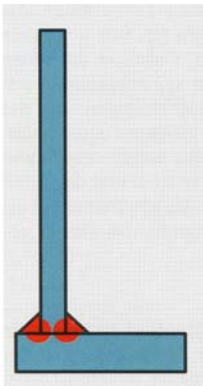
2. Beulung

Die Ausbuchtung einer Platte nennt man Beulung. Über die einachsige Beulung, die aufgrund der Winkelschrumpfung entsteht, hatten wir oben unter Ziffer 1 (Winkelschrumpfung) gesprochen.

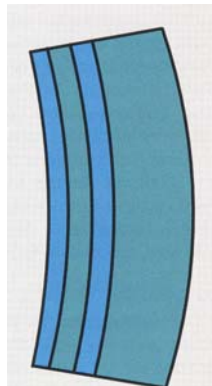
Eine zweiachsige Beulung entsteht, wenn Versteifungen in Längs- und Querrichtung auf ein Blech geschweißt werden. Dann verkürzen sich durch die Längsschrumpfung die Ränder der Plattenfelder. Da in der Mitte des Plattenfeldes diese Verkürzung nicht auftritt, also mehr Material als an den Rändern vorhanden ist, kommt es zur Beulung. Diese Beulung wird durch die Winkelschrumpfung noch verstärkt.

Die Beseitigung der zweiachsigen Beulung erfolgt durch Aufbringen von Wärmepunkten mit dem Brenner in der Mitte der Beulung. Durch die örtliche Erwärmung vergrößert sich an dieser Stelle die Plattendicke, da eine Ausdehnung in die kalte Fläche nicht möglich ist (Stauchung). Da kein Material verschwinden kann, holt die Verdickung sich beim Abkühlen dieses Material aus der Plattenfläche. Dies hat die Verringerung der Beulung zur Folge. Der Wärmepunkt muss ganz durchgewärmt werden, damit kein kaltes Material bleibt, das die Schrumpfung behindert. Durch ergänzende Beseitigung der Winkelschrumpfung nach dem unter Ziffer 1 erläuterten Verfahren wird die Beseitigung der Beulung unterstützt. In der Mitte des Feldes darf der Dreierbesen aber nicht eingesetzt werden.

3. Biegung



Vorderansicht



Draufsicht

Bild: Biegung von T-Träger und Lukensäule

Als Biegung bezeichnet man die Verformung, die beim Schweißen stabförmiger Bauteile auftritt. Bei T-Profilen, die aus Steg und Gurt symmetrisch zusammengeschweißt werden, erfolgt beispielsweise eine Biegung über den Steg, da eine Verkürzung des Steges im Bereich der Kehlnähte stattgefunden hat. Bei Lukensäulen wird der Gurt auf den Steg asymmetrisch aufgeschweißt. Dies hat zur Folge, dass der Gurt gebogen wird und zwar konvex um die Lukenöffnung herum.

Zur Beseitigung der Biegung wird der gleiche Mechanismus angewandt, der zu ihrer Entstehung geführt hat. Im Falle des T-Trägers werden auf der „langen“ Seite des Steges Wärmekeile angebracht. Hierbei ist das Material unbedingt durchzuwärmen. Durch die An-

ordnung von Wärmekeilen entstehen wegen der Ungleichförmigkeit leichte Richtknicke. Wenn eine gleichmäßigere Kurve erzeugt werden soll, ist die Anwendung einer durchgewärmten Wärmestraße längs der Stegkante effektiver.

Die Anwendung dieser Methode auf die äußere Kante des Gurtes ist uneffektiv, weil auf der Gegenseite sich wegen der unsymmetrischen Anordnung des Steges nur wenig kaltes Material befindet, das für ein starkes Einstauchen des Wärmekeils sorgt. Hier hat es sich als effektiv erwiesen, die Wärmekeile in zwei Schritten aufzubringen:

zuerst die innere Hälfte des Keils und nach vollständigem Abkühlen die äußere Hälfte.

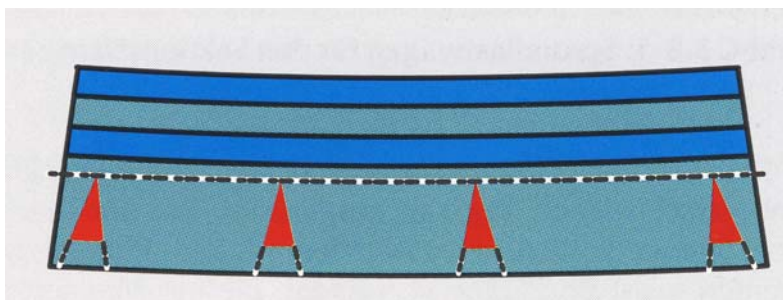


Bild: Anbringung von Wärmekeilen bei T-Träger und Lukensäule

Es gilt der Grundsatz, dass alle Bauteile vor der Weiterverarbeitung vollständig gerichtet sein müssen, weil beim Richten bereits eingebauter Bauteile sich die Deformationen weiter übertragen (z.B. von einem Deck auf eine Wand), sodass weitere Richtarbeiten erforderlich werden.