

Trolen H
Verarbeitungsrichtlinien, 6. 1967

Dynamit Nobel

Trolen[®] H

Verarbeitungsrichtlinien

Dynamit Nobel Aktiengesellschaft
Verkauf Kunststoffe
521 Troisdorf Bez. Köln

1. ALLGEMEINES

Die Verarbeitung von TROLEN „H“ setzt Sachkenntnisse voraus, die in besonderen Lehrgängen zu erwerben sind. Auf Wunsch werden wir Interessenten über die bestehenden Schulungsmöglichkeiten unterrichten. Die folgenden Richtlinien sind daher lediglich als Erläuterungen zur Verarbeitungstechnik zu betrachten, die den geschulten Verarbeiter unterstützen sollen.

2. VERARBEITUNGSRICHTLINIEN

2.1 Spanabhebende Verarbeitung.

TROLEN „H“ ist ein zäher Werkstoff, der mit scharfen Werkzeugen sehr wirtschaftlich und sauber bearbeitet werden kann. Bei der Bearbeitung großer Stückzahlen hat sich die Verwendung von Hartmetallwerkzeugen (H 2) als vorteilhaft erwiesen. Ein Lappen der Werkzeuge ergibt eine glatte Oberfläche der bearbeiteten Stücke.

Sägen.

TROLEN „H“ kann von Hand mit einem feingezahnten Fuchsschwanz (Zahnteilung 3—5 mm, Schränkung 0,5 mm) oder mit der Metallbügelsäge, maschinell mit den bei der Holzbearbeitung üblichen Kreis-, Band-, Dekupier- und Vibrationssägen bearbeitet werden. Bei der Band- und

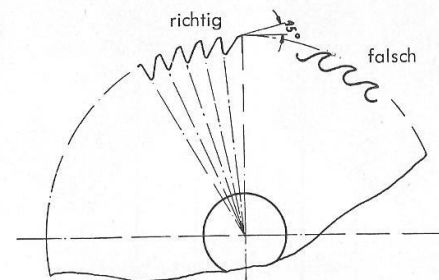


Abb. 1
Kreissägeblatt

Kreissäge haben sich Zahnteilungen von 3–6 mm bewährt, wobei die Zähne etwa 0,5 mm geschränkt sein sollen. Bei der Kreissäge werden aber auch nicht geschränkte, zum Mittelpunkt hin hohlgeschliffene Sägeblätter verwendet. Günstig sind Schnittgeschwindigkeiten bei der Bandsäge von 2000 m/min und bei der Kreissäge von 4000 m/min. Beim Sägen muß das Material gut auf der Unterlage aufliegen. Der Vorschub darf nicht zu groß gewählt werden; Schmieren und Überhitzen werden dadurch vermieden.

Feilen.

Zum Befeilen von Werkstücken können normale Eisenfeilen verwendet werden. Bessere Ergebnisse als mit der geschlagenen Feile lassen sich mit gefrästen Feilen erzielen. Neuerdings sind auch besondere Kunststoff-Feilen auf dem Markt.

Drehen.

Beim Drehen ist darauf zu achten, daß die Arbeitswärme gut mit dem Span abgeführt wird. Als Freiwinkel für den Drehstahl wähle man 15° ; der Spanwinkel soll 0 bis -5° , die Schnittgeschwindigkeit 200 bis 250 m/min betragen. Bei Wasserkühlung kann die Schnittgeschwindigkeit verdoppelt werden. Günstig ist ein Vorschub von 0,1 bis 0,25 mm pro Umdrehung. TROLEN „H“ ist gegen örtliche Spannungshäufungen empfindlich. Kerben und scharfe Querschnittsübergänge müssen unbedingt vermieden werden. Die Übergänge — innen und außen — sind sorgfältig abzurunden.

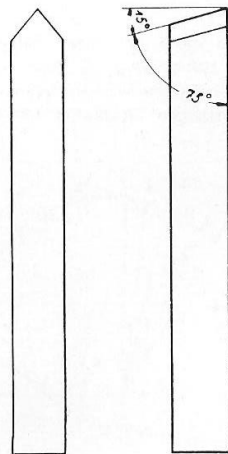


Abb. 2
Drehstahl für Trolen „H“

Bohren.

Beim Bohren ist ebenfalls dafür zu sorgen, daß die Arbeitswärme gut abgeführt wird. Oft wird mit flüssigen Kühlmitteln gearbeitet; gelegentlich benutzt man auch Preßluft zur Kühlung des Bohrers. Der normal geschliffene Spiralbohrer, wie er zum Bohren von Stahl gebräuchlich ist, hat einen positiven Spanwinkel und ist deshalb zum

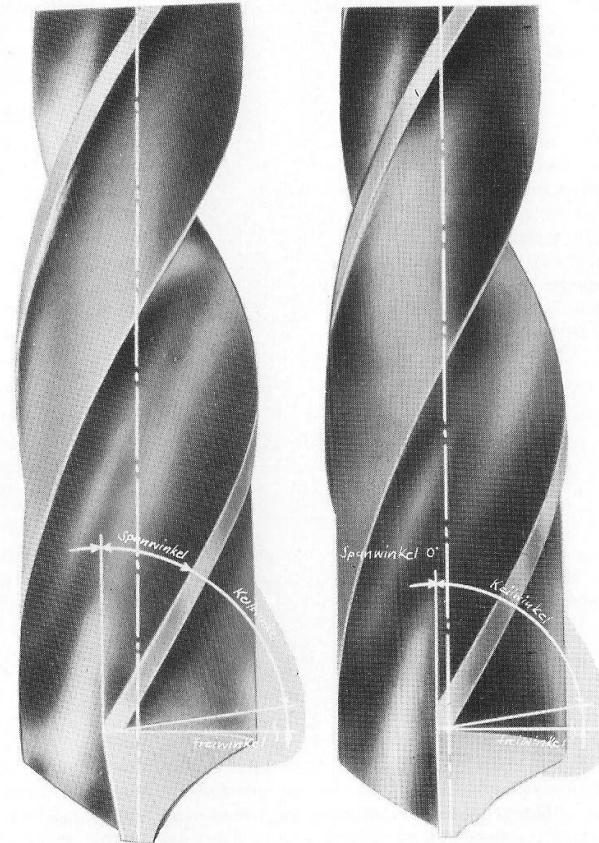


Abb. 3
Bohrer, Schleifen der Schneidkante
links: Stahlbohrer, für Trolen „H“ nicht brauchbar
rechts: Bohrerschneide für Trolen „H“ umgeschliffen

Bohren von TROLEN „H“ nicht geeignet. Er wird so umgeschliffen, daß der Freiwinkel sich nicht ändert, der Keilwinkel vergrößert wird und der Spanwinkel 0° beträgt. Es entsteht dann an der Schneide eine Fläche, wie sie in Abb. 4 sichtbar ist.

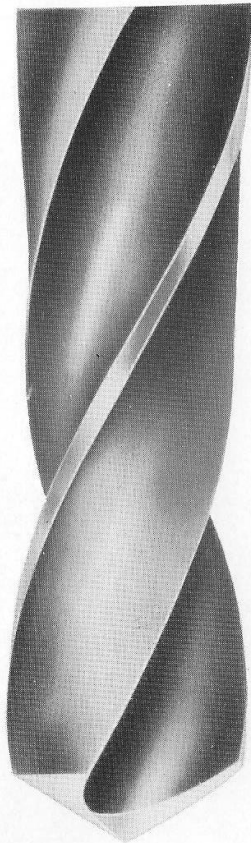


Abb. 4
Trolen „H“-Bohrer, angeschliffene Schneidfläche von innen gesehen

Fräsen.

Das Fräsen ermöglicht mit hoher Schnittgeschwindigkeit und großer Spantiefe ein sehr wirtschaftliches Arbeiten. Schnellaufende Fräsmaschinen, wie sie zur Holzverarbeitung verwendet werden, sind vorteilhaft einsetzbar. Der Vorschub kann bis 0,3 mm je Zahn betragen.

Es muß für gute Abführung der Späne gesorgt werden. Daher ist eine nicht zu kleine Zahnteilung der Fräswerkzeuge mit gutem Freischnitt empfehlenswert. Die Span- und Freiwinkel entsprechen denen von Drehstählen. Auch Handfräsapparate mit biegsamer Welle haben sich gut bewährt.

Hobeln.

Das Hobeln kann von Hand mit dem Tischlerhobel erfolgen. Maschinell ist das Hobeln auf Dickenhobel- und Abrichtmaschinen vorteilhaft. Die Verwendung von Stoßmaschinen ist wegen der geringen erreichbaren Schnittgeschwindigkeiten unwirtschaftlich.

Gewindeschneiden.

Gewinde sind wegen der Korbempfindlichkeit des Materials möglichst nicht vorzusehen. Kann jedoch auf Gewinde nicht verzichtet werden, so ist Rundgewinde nach DIN 405 dem Spitzgewinde vorzuziehen. In Ausnahmefällen kann an weniger beanspruchten Teilen, z. B. Stellschrauben, Verschußschrauben u. ä., normales metrisches Gewinde Verwendung finden. Rundgewinde kann sowohl auf der Drehbank als auch mit den üblichen Werkzeugen von Hand geschnitten werden. Bei der Herstellung von Innengewinde mit Gewindebohrer kann man auf den Gewindebohrer 1 verzichten; es werden nur die Bohrer 2 und 3 verwendet.

Polieren.

TROLEN „H“ läßt sich wegen der geringen Oberflächenhärte nicht polieren. Oberflächen-Beschädigungen, wie Kratzer oder dergl., lassen sich am besten mit der Ziehklinge und feinem Schmiergelpapier bearbeiten. Man erzielt dabei nur eine matte Oberfläche.

Stanzen.

TROLEN „H“ läßt sich mit dem Stanzmesser (Faconmesser) oder mit einem zweiteiligen Werkzeug stanzen. Der Keilwinkel bei einem Faconmesser soll 15 bis 20° betragen. Bei größeren Dicken erleichtert Anwärmen in Wasser die mechanische Arbeit.

2.2 Spanlose Formung.

TROLEN „H“ wird im allgemeinen warmgeformt. Die Erwärmung kann mit Hilfe der bekannten Heißluftöfen, Infrarotstrahlern, im Glycerinbad oder mit weicher Leuchtgasflamme erfolgen. Beim Warmformen ist darauf zu achten, daß das Material gleichmäßig durchwärmt wird. Wirtschaftliche Durchwärmung des Materials ist bei der Umluftofen-Temperatur von 180°C zu erreichen. Die Erwärmungszeit beträgt pro mm Plattendicke 3—4 min. Folien und Tafeln lassen sich durch Formstanzen, Blasen und im Vakuumverfahren verformen. Beim Tiefziehen im Vakuumverfahren wird die Tafel wie üblich eingespannt und erwärmt, jedoch muß die Erwärmung vorsichtiger, d. h. langsamer vorgenommen werden, um die Zersetzungsgefahr durch Wärmestau zu vermeiden. Bei Tafeln über 3 mm Dicke ist eine Vorwärmung der dem Strahler abgewandten Seite zweckmäßig, um zu erträglichen Erwärmungszeiten zu kommen. Es hat sich

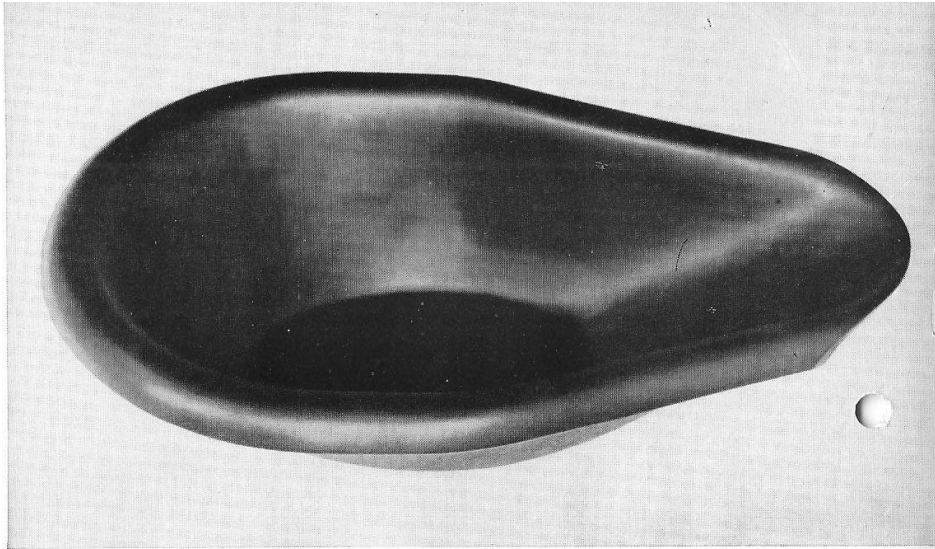


Abb. 5 Tiefziehteil aus Trolen „H“ hergestellt im Negativverfahren

auch als nützlich erwiesen, die Platten in einem Wärmeschrank im eingespannten Zustand vorzuwärmen. Bei großflächigen Verformungen soll das Material bei Erwärmungsbeginn nicht zu fest eingespannt werden, damit es die Möglichkeit hat, sich auszudehnen.

Im einfachen Negativverfahren ist ein Verformungsverhältnis (Verformungstiefe/Durchmesser) von 0,8; im Blasverfahren ein solches von 1 möglich. Mit Vorziehstempeln kann eine noch größere Verformungstiefe erreicht werden.

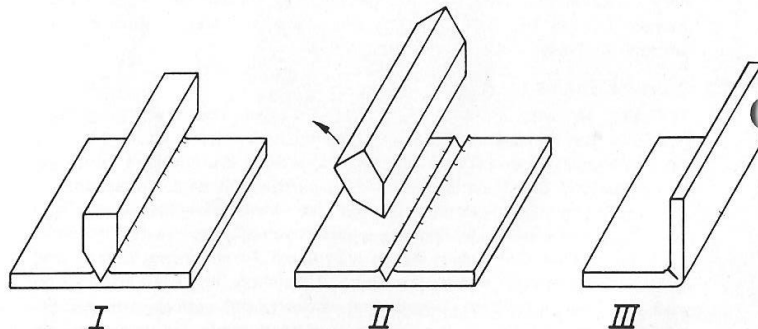


Abb. 6
Abkantschweißung

- I) Einschmelzen der Nut
- II) Ausschwenken des Heizschwertes
- III) Abkanten der Trolen „H“-Platte

Beim Abkanten bedient man sich eines eigens für diesen Werkstoff entwickelten Verfahrens, das keinen Vergleich zu früheren Verfahren zuläßt. Mittels eines auf 200°C erwärmten Lineals mit dachförmiger Kante wird in das abzukantende Material eine Nut eingeschmolzen, deren Tiefe etwa 2/3 Materialstärke beträgt, alsdann schnell abgekantet, so daß die Innenseiten der Abwicklung verschweißen und eine Abkantung praktisch ohne Querschnittsverminderung entsteht. Nachteilig bei dieser Abkantmethode ist, daß entlang der Abkantung Zugspannungen auftreten, die ein Durchbiegen zur Folge haben. Erst bei einer Schenkellänge von 20 x Materialstärke tritt keine sichtbare Durchbiegung mehr auf. Wegen der entstehenden Zugspannungen sollte man Platten von mehr als 10 mm Dicke nicht nach diesem Verfahren abkanten.

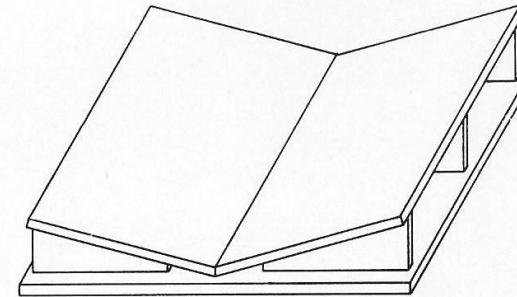
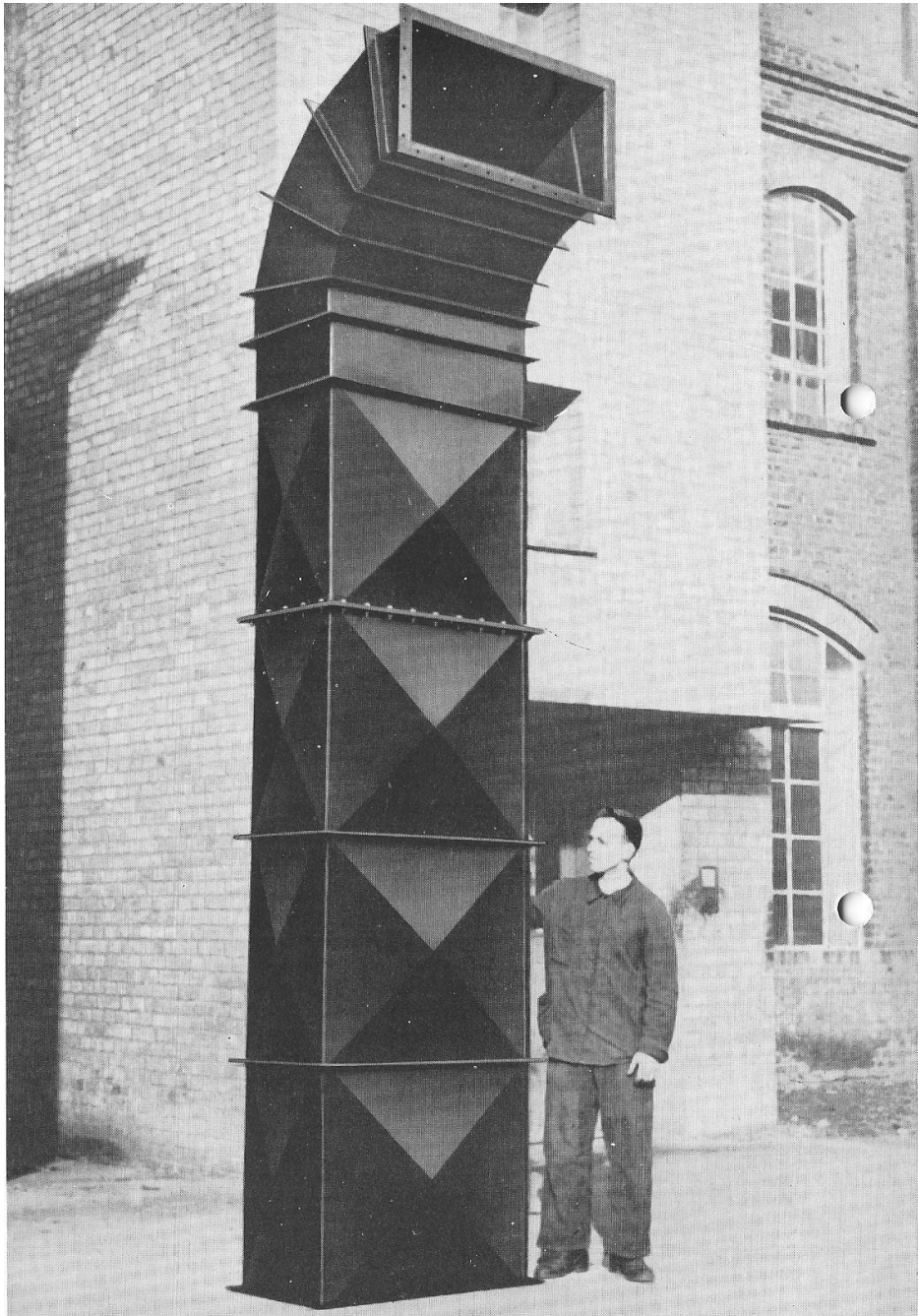


Abb. 7 Abkantschablone zur Herstellung von Diagonalversteifungen

Mit Hilfe dieser Abkantmethode lassen sich auch Diagonalversteifungen, wie sie bei der Blechverarbeitung bekannt sind, herstellen. Größere Flächen können damit gut stabilisiert werden.

Man geht dabei unter Verwendung eines Heizlineals und einer Abkantschablone, wie sie in Abb. 7 dargestellt ist, wie folgt vor: Zunächst wird eine Nut mit einer Heizschiene in Diagonalrichtung eingeschmolzen und in der dargestellten Abkantschablone abgeknickt. Nach dem Abkühlen der ersten Abkantung wird dann die Platte unter Spannung soweit wieder in die ebene Form gezwungen, daß die zweite Diagonalkerbe eingeschmolzen werden kann. Gleich nach dem Einschmelzen der Kerbe wird die Platte auch in dieser Richtung in der Abkantschablone abgekantet. Die endgültige Form erhält dann die Platte entweder durch Abkanten des äußeren Randes in der Gegenrichtung oder durch Einspannen in einen festen Rahmen.

Beim Runden von TROLEN-„H“-Plattenmaterial werden ähnliche Verfahren angewendet, wie sie von der Verarbeitung von Trovidur her bekannt sind. Bei dünnwandigen Rohrschüssen kann das Wickelverfahren angewendet werden. Es wird dabei der auf ca 130°C erwärmte



TROLEN-„H“-Zuschnitt auf ein Leinentuch gelegt, das an der einen Seite mit einem Holzorn verbunden ist. An der gegenüberliegenden Seite wird das Leinentuch über eine Umlenkrolle geleitet und mit einem Gegengewicht belastet. Wenn man nun den Holzorn dreht, wird die erwärmte TROLEN-„H“-Platte zwischen Leinentuch und Holzorn eingeklemmt und damit gerundet.

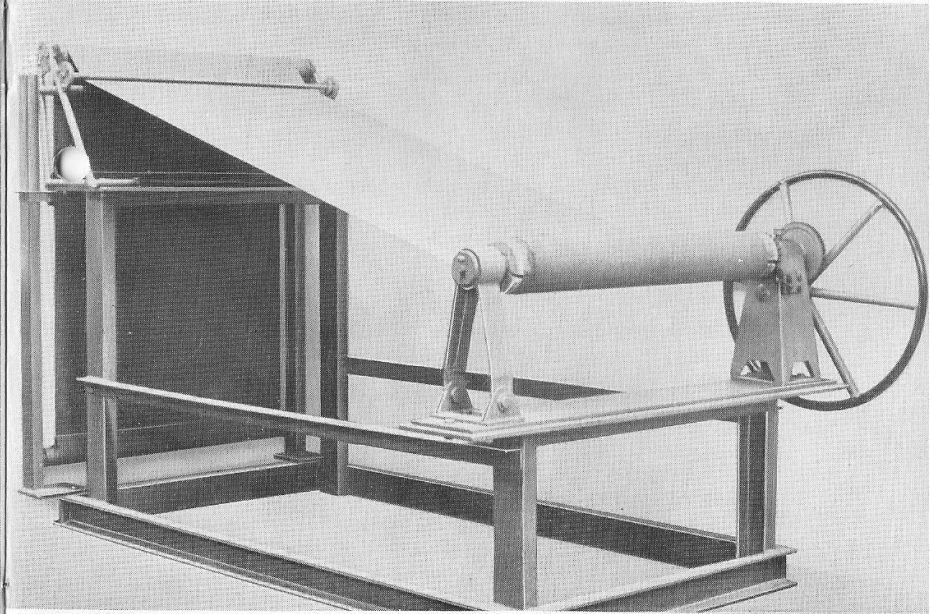


Abb. 9 Rundbiegevorrichtung

Rohrschüsse mit größerer Materialdicke stellt man anders her. Zunächst wird der Plattenzuschnitt auf ca. 120°C erwärmt und dann so gefaltet, daß die beiden Enden der Platte gerade gegeneinander liegen und sich zwischen den beiden Schweißkanten noch ein Abstand von ca. 20 mm für das Heizelement befindet. Bei Schweißung mit Zusatzdraht ist kein Abstand erforderlich. Nach dem Erkalten werden die beiden Enden zusammengeschweißt. Dann wird das Werkstück auf ca. 130°C erwärmt und über einen axial dreigeteilten Holzorn geschoben, der dem Rohrschuß die endgültige Form gibt. Vor dem zweiten Erwärmen wird der innere Schweißwulst abgearbeitet. Wichtig ist, daß die Schweißkanten — besonders bei warmgeformten Teilen — unmittelbar vor dem Schweißen etwa $1/10$ mm tief (z. B. mit

< Abb. 8 Abluftkanal hergestellt unter Anwendung der Diagonalversteifung

dem Flachscher) abgearbeitet werden. Bei Anwendung der Spiegelschweißung muß der Zuschnitt senkrecht zur Schweißrichtung ca. 6 mm größer sein, damit man nach dem Stauchen das gewünschte Maß erhält. In gewissem Umfang kann TROLEN „H“ auch kaltgeformt werden, z. B. mit einer in der Blechverarbeitung üblichen Dreiwalzenbiegemaschine. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, daß die Biegespannungen nicht zu groß werden.

2.3 Verbindungsverfahren.

Kleben.

Bisher sind noch keine Klebstoffe entwickelt worden, mit denen eine hinreichend feste Klebeverbindung erzielt werden kann.

Schweißen.

TROLEN „H“ läßt sich mit den von anderen Thermoplasten her bekannten Schweißverfahren schweißen. Hauptsächlich werden angewendet:

- a) Heizelementschweißen
- b) Warmgasschweißen
- c) Reibungsschweißen

Für TROLEN „H“ besonders geeignet und praktisch bewährt ist die Heizelementschweißung (Spiegelschweißung). Als Heizelement dient ein sogenannter Heizspiegel oder ein Heizschwert aus Metall (meist Aluminium). Die Temperatur des Spiegels muß durch einen Thermostat auf 200° C gehalten werden. Eine Prüfung der Temperatur am Heizelement durch geeignete Temperaturanzeiger, wie Thermochromstifte, ist zu empfehlen. Zur Erzielung qualitativ hochwertiger Schweißungen sind folgende Bedingungen zu beachten:

1. Die Schweißflächen müssen unmittelbar vor dem Schweißen durch Abziehen mit einer Ziehklinge, einem Schaber oder durch Besäumen auf einer sauberen Säge spanabhebend bearbeitet werden.
2. Die Schweißkanten müssen absolut gerade geschnitten sein, damit sie ganz plan am Heizspiegel anliegen. Ebenso muß der Heizspiegel völlig eben sein.
3. Es muß darauf geachtet werden, daß die zu verschweißenden Kanten genau fluchten. Evtl. gegenseitige Versetzung der Schweißkanten führt zu erheblichem Anstieg der Bruchhäufigkeit bei starken Biegebeanspruchungen.
4. Es ist zu empfehlen, den Heizspiegel zu teflonisieren oder mit einem Teflon-Glasgewebe zu überziehen. Wird auf einen Teflonüberzug verzichtet, müssen nach jedem Erwärmungsvorgang anhaftende verbrannte TROLEN-„H“-Reste mit einer Drahtbürste entfernt werden. Dadurch wird das Heizelement uneben und rau und nach kurzer Zeit unbrauchbar.
5. Die Temperatur des Heizspiegels bzw. des Schweißschwertes muß überall 200° C betragen.

6. Die Schweißkanten werden kurzzeitig (ca. 1 sec.) mit einem höheren Druck (ca. 2 bis 3 kp/cm²) an das Heizelement herangeführt, um die bei der Bearbeitung der Schweißkanten auftretenden, praktisch unvermeidbaren kleinen Unebenheiten auszugleichen. Danach wird die eigentliche Erwärmung fast drucklos durchgeführt. Auf jeden Fall soll der spez. Anpreßdruck unter 1kp/cm² liegen.
7. Die Erwärmungszeit richtet sich im großen und ganzen nach der Geometrie des Heizelementes und der installierten Leistung, könnte also nur für einheitliche Heizelemente angegeben werden. In der Praxis empfiehlt es sich deshalb, die Wärme so lange einwirken zu lassen, bis sich in der Schweißzone, d. h. an den Berührungstellen zwischen Heizelement und Schweißgut, ein Wulst von etwa 2 mm einstellt (einseitig gemessen).

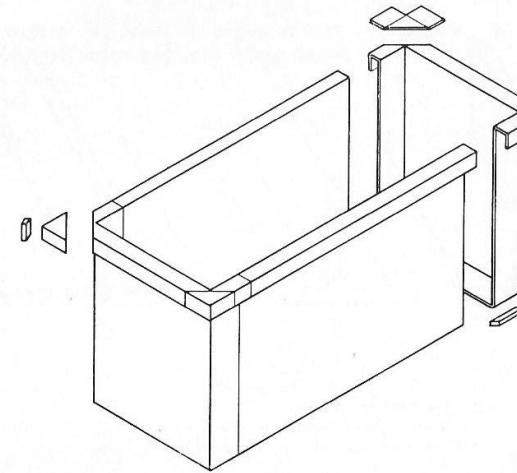


Abb. 10
Schema der Herstellung eines rechteckigen Behälters unter Verwendung der Heizelementschweißung

8. Das Zusammenfügen der beiden Schweißteile muß mit einem spezifischen Druck von 2 kp/cm² erfolgen.

Vorstehende Bedingungen müssen exakt eingehalten werden, wenn an das mechanische Verhalten der Schweißnaht hohe Ansprüche gestellt werden. Bei mechanisch wenig beanspruchten Schweißnähten sind bei den unter Punkt 5 und 8 angegebenen Zahlenwerten gewisse Toleranzen zulässig, um den apparativen Aufwand zu mindern. Diese Toleranzen sollten jedoch in engen Grenzen gehalten werden. Senkrecht aufeinander stehende Flächen werden nach dem Nutenschweißverfahren

miteinander verbunden. Zum Einschmelzen der Nuten dient ein Schweißlineal bzw. eine Schweißschablone. Das in die Nute einzuschweißende Teil wird an seiner Stirnfläche auf einem Heizspiegel erwärmt. Schweißschablonen oder Schweißlineale können Fremdheizung oder Eigenheizung haben. Fremdbeheizte Lineale bzw. Schablonen müssen auf 240° C erwärmt werden; die Temperatur wird mit einem Thermochromstift geprüft. Damit der Temperaturabfall während des Einschmelzens der Nut nicht zu groß wird, sind pro cm² des aus der Nut zu ersmelzenden Materials mindestens 300 g Aluminium erforderlich. Die Temperatur sinkt dann bis zum Ende des Einschmelzvorganges auf ca. 180° C. Beim Zusammenfügen der zu verschweißenden Teile gelten etwa die gleichen Bedingungen wie beim Stumpfschweißen.

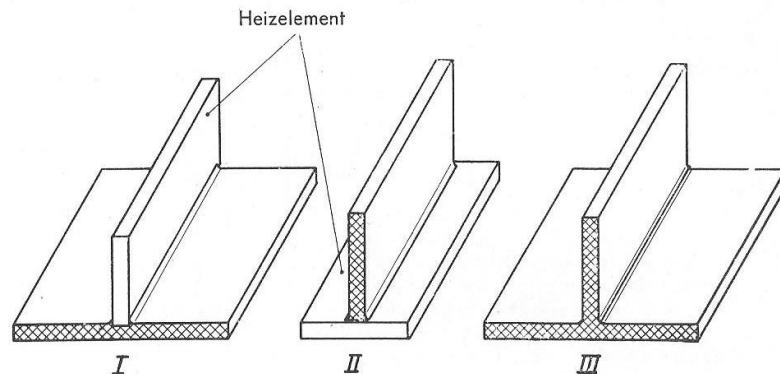


Abb. 11
Nutenschweißverfahren
I) Einschmelzen der Nut
II) Stirnseitiges Anschmelzen des Steges
III) Zusammenfügen der zu verschweißenden Teile

Auch das bekannte Wärmgasschweißen mit Zusatzwerkstoff wird bei TROLEN „H“ angewendet. Hierbei ist wichtig, daß der Zusatzwerkstoff ebenso wie die Oberflächen der zu verbindenden Teile unmittelbar vor dem Verschweißen durch Spanabnahme gesäubert werden. Die Temperatur des Warmluftstromes soll (gemessen 5 mm vor der Düsenöffnung) 200° C betragen. Die Temperatur ist also **niedriger** als beim Schweißen von TROVIDUR. Der Luftstrom soll ebenfalls wesentlich schwächer eingestellt werden als beim Schweißen von TROVIDUR. Die Brenneinstellung kann geprüft werden, indem ein Schweißdraht auf ein Abfallstück einige cm aufgeschweißt und dann gleich versucht wird, den Draht wieder abzuziehen. Zerreißt dabei der Draht, ohne daß er sich vom Grundmaterial löst, so ist die richtige Brenneinstellung erreicht. Auch hierbei ist es notwendig, den Draht und das Abfallstück durch Spanabnahme vorzubereiten.

Dieser Test sollte in gewissen Zeitabständen wiederholt werden, um sicherzustellen, daß die Schweißung am Werkstück gut ist. Im Gegensatz zu Schweißungen an TROVIDUR kann anhand des äußeren Erscheinungsbildes der TROLEN-„H“-Schweißung die Nahtgüte nicht beurteilt werden.

Die Wärmgasschweißung von TROLEN „H“ ist sehr zeitaufwendig. Im allgemeinen ist deshalb der Heizelementschweißung der Vorzug zu geben.

Das Reibungsschweißen ist ebenfalls von der TROVIDUR-Verarbeitung her bekannt. Hierbei werden die zu verschweißenden Teile fest gegeneinander gepreßt und in gegenläufige Drehung versetzt. Die dabei entstehende Wärme erweicht das Material, so daß es ineinanderfließt. Dieses Verfahren wird vorteilhaft zum Verschweißen von Block- und Vollrundmaterial eingesetzt.

Die Angaben in dieser Druckschrift sind unverbindlich. Sie entsprechen unseren Erfahrungen und sollen Ihrer Beratung dienen.

32/211 6.1967

Bearbeitet: Dr. Volker Hofmann, Troisdorf, 19. März 2021