

Schweißgeräte zur Warmgasschweißung thermoplastischer Kunststoffe

Von Ing. Rudolf Schommer in „Trovidur Informationen“
vom April 1969

Dynamit Nobel
April 1969

6

Trovidur[®] Informationen

Schweißgeräte zur Warmgasschweißung thermoplastischer Kunststoffe

von Ing. (grad.) Rudolf Schommer VDI

Warmgasschweißen

Beim Warmgasschweißen thermoplastischer Kunststoffe werden die Berührungsflächen der zu verbindenden Teile sowie der Zusatzwerkstoff durch Warmluft auf Schweißtemperatur erwärmt und unter Anwendung von Druck verbunden.

Die Luft wird bei stationären Anlagen meist einer Ringleitung entnommen. Für Baustellen stehen Spezialgebläse zur Verfügung. Die Luft muß trocken und ölfrei sein.

Um bei vorgegebener Temperatur die erforderliche Wärmemenge an die zu verschweißenden Teile heranzubringen, ist eine Luftmenge von ca. 50 l/min erforderlich.

In Tabelle 1 sind für verschiedene Thermoplaste die Schweißtemperaturen (bei 50 l/min) und die Schweißgeschwindigkeiten aufgeführt.

Warmgasschweißgeräte

Ein Warmgasschweißgerät hat die Aufgabe, eine bestimmte Luftmenge auf Schweißtemperatur zu erwärmen.

Es gibt gas- oder elektrisch-beheizte T.P.-Schweißgeräte. Hauptsächlich finden elektrisch beheizte Geräte in der Praxis Anwendung. Das gasbeheizte T.P.-Schweißgerät wird hier aufgeführt, weil es robust und unkompliziert ist. Das Gerät ist dabei relativ schwer und groß. Beim Schweißen bilden sich durch die Heizflamme Abgase, die den Schweißer belastigen können.

Bei gleichbleibender Luftmenge ist beim elektrisch beheizten Gerät eine Temperaturregelung durch Auswechslung der Heizpatronen oder durch

Stufenheizung des Brenners möglich. Bei dieser Art der Regulierung erhält man Leistungssprünge, die bei empfindlichen Thermoplasten nur durch geschickte Schweißung ausgeglichen werden können. Zur Schaffung konstanter Schweiß-Bedingungen sind Regelgeräte erforderlich.

Schweißbrennertypen

Einen gasbeheizten Schweißbrenner zeigt Bild 1, nächste Seite (Fabrikat Messer Griesheim, TP-104). Dieser Brenner kann mit allen handelsüblichen Brenngasen wie Acetylen, Leuchtgas, Propan und Erdgas betrieben werden.

Die Schweißluft strömt durch ein Dosierventil und eine Rohr-Spirale zum auswechselbaren Mundstück. Das Brenngas tritt am Brennerhandgriff ein und strömt zum Injektor. Dort wird das Gas mit Luft gemischt. Die beim Verbrennen des Brenngas-Luftgemisches entstehende Wärme heizt die Rohrspirale und damit das Schweißgas.

Bild 2 zeigt ein elektrisch beheiztes Schweißgerät (Fabrikat BIELOMATIK[®], Warmluftbrenner HV-556). Dieses Gerät wird geliefert mit 2 Heizelementen, 360 + 520 Watt. Sämtliche Metallteile des Brenners bestehen aus Chromstahl. Die Luftführung ist so angeordnet,

Technische Schweißdaten

Tabelle 1

Warmgastemperatur und Schweißgeschwindigkeit bei Thermoplasten

Werkstoff	Warmgastemperatur		Schweißgeschwindigkeit	
	für Runddüse [°C]	für Gleit-schweißdüse oder Profilstabdüse [°C]	für Runddüse [mm/min]	für Gleit-schweißdüse oder Profilstabdüse [mm/min]
Trovidur [®]	315 ± 10	320 ± 10	150 bis 250	500 bis 700
Trovidur [®] HT	325 ± 5		110 bis 180	
Trolen [®] 200	280 ± 5	280 ± 5	120 bis 200	500 bis 700
Trolen [®] H	290 ± 5	300 ± 5	120 bis 200	400 bis 600
Trolen [®] P	270 ± 5	280 ± 5	150 bis 250	500 bis 700

Die Temperaturen wurden mit einem Temperaturnaufsteckthermometer auf der Schweißgerätedüse ermittelt.

Luftmenge: 50 l/min

net, daß das Mantelrohr gekühlt wird. Bemerkenswert ist das Gerätegewicht von 200 g und die kurze Bauart.

Ein elektrisch beheiztes Gerät unter Arbeitsbedingung ist aus Bild 3 ersichtlich (Fabrikat LEISTER, Warmluft-Schweißpistole P 8). Leistungsaufnahme 600 Watt; Temperatursteuerung durch eingebaute Tasterschieberschalter auf 100, 200, 300, 400, 500 und 600 Watt. Zur Luftregulierung ist die Schweißbrennerdüse auswechselbar. Ein eingebauter Sicherheitsthermostat schützt das Gerät bei ausfallender Luftzufuhr. Gewicht des Schweißgerätes 500 g.

Der Druckluft-Schweißbrenner nach Bild 4 (Fabrikat ZINSER) benötigt einen Vordruck von ca. 0,4 atü. Die Heizung erfolgt durch eine 2stufige Heizpatrone, 250 + 400 Watt. Durch 3 auswechselbare Schweißdüsen ist die Luftmenge einstellbar. Gewicht des Schweißgerätes 700 g.

In Arbeitsstellung kann man auf Bild 5 das Schweißgerät WEG-06 m (Firma Wegener) erkennen. Das Heizelement wird mit 400 oder 500 Watt geliefert. Brennerrohr, Düsen und Heizelementmantel sind aus Edelstahl. Gewicht des Schweißgerätes 950 g.

Bild 6 stellt eine Neuentwicklung des T.P.-Schweißgerätes der Firma Messer Griesheim vor. Die Leistungsaufnahme des Heizkörpers beträgt 500 Watt. Das einsatzbereite Gerät wiegt 400 g. Dieses Schweißgerät kann in zwei Ausführungen geliefert werden.

Die Type PLASTHERM® E ist mit einem Einstellgerät verwendbar, welches entweder ein Spannungsteilergesetz oder aber auch ein Thyristor gesteuertes Einstellgerät sein kann. Es handelt sich hierbei um Temperatursteuerung.

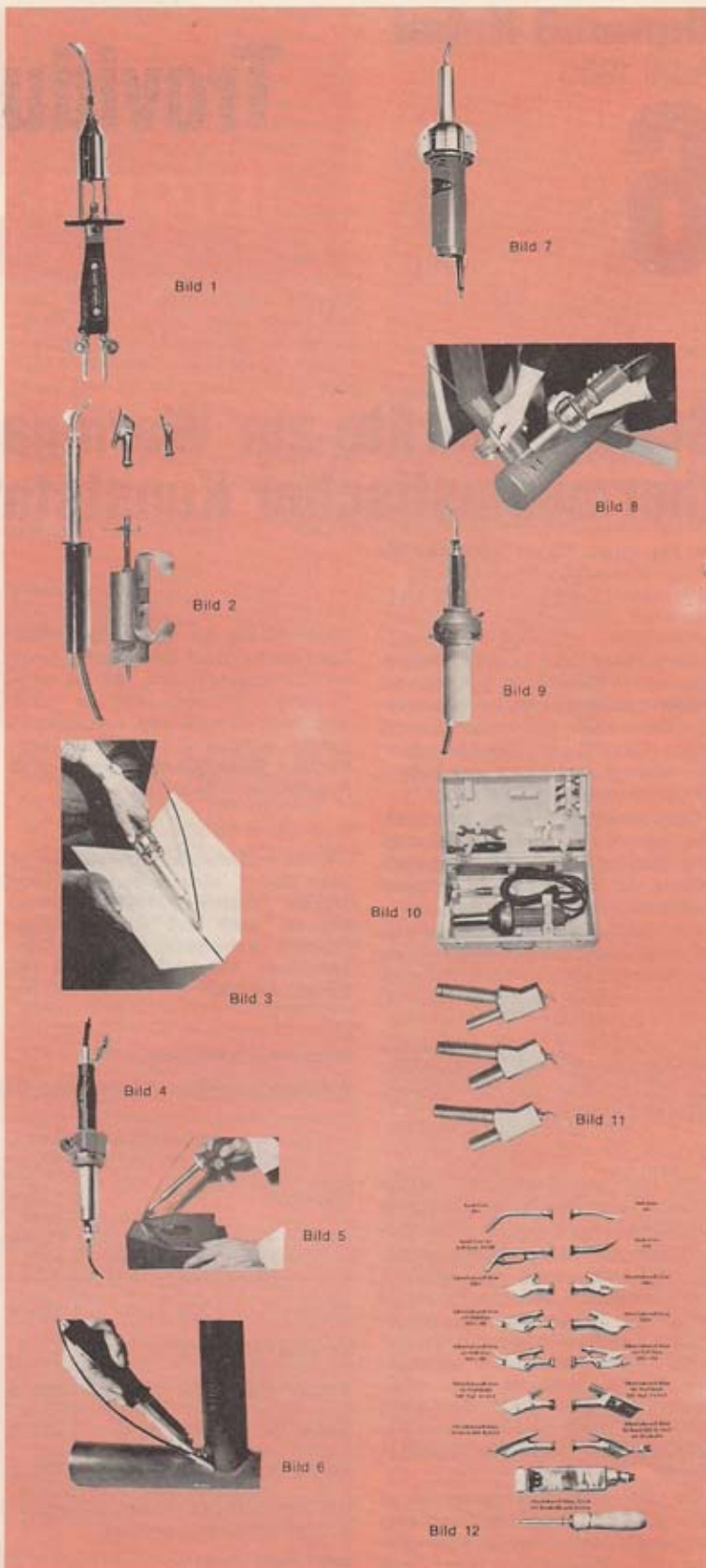
Für die Type PLASTHERM® R ist ein Regelgerät erforderlich, das die Temperatur des Schweißgas konstant hält. (siehe Erläuterung unter Abschnitt Regelgerät)

Für Baustellenbetrieb wurden Kombi-Schweißgeräte entwickelt, die neben der Luftaufheizung die Schweißluft durch ein eingebautes Gebläse erzeugen.

Bild 7 und 8 zeigen Kombigeräte der Firma LEISTER. Leistungsaufnahme 600 Watt. Die Temperatursteuerung wird mit einem 6stufigen Zentralschalter erreicht. Die Luftmenge kann von 50 bis 280 l/min durch auswechselbare Düsen verändert werden. Gewicht des Kombigerätes 1600 g.

Auf den Bildern 9 und 10 ist ein Kombigerät der Firma ZINSER zu sehen.

Leistungsaufnahme 350 Watt, ausgerüstet mit einer 3stufigen Heizpatrone



(200 – 250 – 300 Watt). Mit 3 Schweiß-einsätzen (3, 4 und 5 mm ϕ) läßt sich die Luftmenge einstellen. Gewicht des Kombigerätes 900 g.

Gleit- und Schnellschweißdüsen

Alle aufgeführten Schweißbrenner werden außer den Rund- oder Fächeldüsen, mit Gleitschweißdüsen geliefert. Hierbei wird der Schweißdraht durch ein zusätzliches Röhrchen direkt der Düse und somit dem Warmluftstrom zugeführt und mittels eines Gleitschuhes auf die zu verschweißenden Kunststoffplatten aufgedrückt. Hierdurch lassen sich hohe Schweißgeschwindigkeiten erzielen; weiter sind größere Schweißdrücke möglich. Der Schweißdruck wird nicht mehr von Hand auf den Schweißdraht aufgebracht, sondern über den Brenner und den Gleitschweißschuh auf den zu verschweißenden Draht.

Bild 11 stellt ein Sortiment Gleitschweißdüsen (Firma Messer Griesheim) vor.

Bild 12 zeigt das komplette Düsenprogramm der Firma Wegener.

Sämtliche Schweißdüsen werden aus Edelstahl gefertigt.

Halb- und vollautomatische Schweißgeräte

Mit der Profilstabdüse für Dreikant-Schweißdraht (Bild 13 und 14, Fabrikat Messer Griesheim) können Platten mit vorbereiteter V-Naht in einem Arbeitsgang geschweißt werden. Mit dem Profilstab läßt sich gegenüber der Gleitschweißdüse bis zu 70 % Zeit einsparen. Die durchschnittlichen Schweißgeschwindigkeiten liegen je nach Art des zu verschweißenden Kunststoffes zwischen 400 und 600 mm/min.

Bild 15 zeigt in Arbeitsstellung die halbautomatische Schweißmaschine ASCOMAT Type H der Firma Schnakenberg. Diese Maschine wird von Hand geführt, wobei der Vorschub bzw. Anpreßdruck des Drahtes in die Schweißfuge automatisch erfolgt. Neben profiliertem Draht kann auch normaler Rundstab verschweißt werden. Der Halbautomat ist geeignet für das Schweißen von Platten auf der Basis PVC hart, Dicke 1,5 bis 5 mm.

Die vollautomatische Schweißmaschine ASCOMAT Type V (ohne Bild) unterscheidet sich von der halbautomatischen Ausführung darin, daß keinerlei Lenkung von Hand notwendig ist. Die Arbeitersparnis gegenüber dem bekannten Handschweißverfahren ist so groß, daß dieses vollautomatische Schweißverfahren hierbei seine wirtschaftliche Bedeutung erhält. Beispiel: Es sollen 2 Trovidur[®] Platten von 1 m Länge und 6 mm Stärke miteinander verschweißt werden.



Bild 13



Bild 14



Bild 15



Bild 16



Bild 17



Bild 18



Bild 19

a) Handschweißverfahren

In die Schweißfuge werden ein Heftdraht 2 mm ϕ und 6 Runddrähte von 3 mm ϕ eingeschweißt. Ein geübter Kunststoffschlosser benötigt hierzu 60 bis 70 Minuten.

b) Automatschweißverfahren

Die Schweißfuge wird mit einem Profilschweißdraht (dreieckiger Querschnitt) in einem Arbeitsgang geschlossen. Schweißzeit 3 Minuten!

Diese automatische Schweißmaschine eignet sich in hohem Maße zur Herstellung von langen, geraden Nähten. Ihren wirtschaftlichen Einsatz findet sie in der Serienfabrikation.

Steuer- und Regelgeräte

Die Thermoplaste Polypropylen, Polyäthylen und nachchloriertes PVC lassen sich nur dann einwandfrei schweißen, wenn die Temperaturschwankung vom Sollwert höchstens $\pm 5^\circ\text{C}$ beträgt. Bestimmt durch die zwei Regelgrößen Luft und Temperatur muß die entsprechende Wärmemenge an das zu verschweißende Material hergebracht werden. Besonders im Apparatebau werden heute hohe Anforderungen an den Kunststoff gestellt. Es ist daher erforderlich, daß die Verarbeitungstechnik von großer Güte ist. Die Schweißnaht darf keinen Unsicherheitsfaktor darstellen. In der qualifizierten Kunststoffwerkstatt sollten Steuer- und Regleinrichtungen keine Seltenheit mehr sein.

a) Luftmengenregulierung

Es ist anzustreben, daß die in Tabelle 1 genannten Thermoplaste mit einer Luftmenge von 50 l/min geschweißt werden. Dieser Wert wurde in unserer Versuchswerkstatt ermittelt und beruht auf einer optimalen Schweißzeit.

Die Schweißbrenner- und Regelausrüstung ist vom Luftversorgungsnetz abhängig. Bei einer Preßluftversorgung benötigt man für die erforderliche Luftmenge (50 l/min) ein Schweißgerät mit großem Widerstand und bei einem Niederdruckverteilnetz (bis 0,1 atü) ein Schweißgerät mit geringem Widerstand.

Tabelle 2 enthält für die genannten Schweißgeräte die entsprechenden Drücke bei einer Luftleistung von 50 l/min.

Der Schlauchwiderstand ist im Verhältnis zum Widerstand des Schweißgerätes gering, so daß er vernachlässigt werden kann. Mit einem Schwebkörper-Meßgerät (Bild 16), das am Versorgungsnetz angeschlossen wird, kann man Luftmengen regulieren. Voraussetzung ist aber ein Vordruck von 0,5 atü, der mit einem Druckminderventil eingestellt werden muß. Am

Stellventil wird die genaue Luftmenge reguliert. Dabei schwebt im Glasröhrchen bei entsprechendem Durchfluß ein Körper, der die Luftmenge anzeigt. Dieser Regelaufwand ist für die Werkstatt zu groß und zu empfindlich und nur für Laboreinrichtungen brauchbar.

Unkomplizierter läßt sich die Luftmenge über den Druck verändern.

Ist die Drosselkurve – die Abhängigkeit der Luftmenge vom Druck – des Schweißgerätes bekannt oder wenigstens der erforderliche Druck bei einem Durchfluß von 50 l/min (Tabelle 2), läßt sich mit einem Druckminderventil die Luftmenge genau bestimmen. Exakter kann man natürlich ein Gerät regulieren, das einen relativ hohen Widerstand und somit eine steile Drosselkennlinie hat.

Steht dem Verarbeiter nur Preßluft zur Verfügung, müßte bei Geräten mit

geringem Widerstand eine genau definierte Drosselscheibe eingebaut werden. Vom Hersteller sollten derartige Drosselscheiben mit Kennlinien zur Verfügung gestellt werden. Im Diagramm 1 ist die Kennlinie eines Schweißgerätes dargestellt.

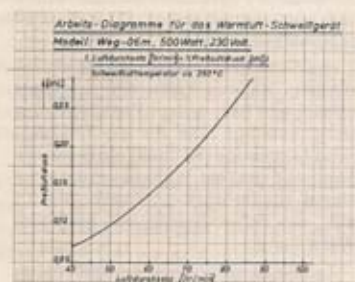
Erforderlicher Luftdruck am T.-P.-Schweißbrenner bei 50 l/min

Tabelle 2

	LEISTER® Type P8	Griesheim PLASTHERM® R R bei 250 °C	Wegener WEG – 06 m bei 250 °C	ZINSER® Druckluft- Schweiß- gerät	Biel HV-556 360 Watt
kp/cm²	> 0,05	0,095	0,1	0,4	1,1

Sind die T.P.-Schweißgeräte für die bestimmte Luftmenge am Arbeitsplatz einmal eingestellt, ist ein Nachregulieren kaum erforderlich.

messen und als Kommando an das Regelgerät weiter gegeben wird.



b) Temperaturregulierung

Bei dem elektrischen Thermoplastschweißgerät kann die Temperatur gesteuert und geregelt werden. Arbeitet man mit einem Steuergerät, das ein Spannungsteilgerät oder ein Thyristor gesteuertes Einstellgerät sein kann, ist immer noch eine Veränderung der Warmlufttemperatur möglich. Einmal

Anders verhält sich ein Regelkreis. Hierbei ist es aber erforderlich, daß die Temperatur im Schweißgerät ge-

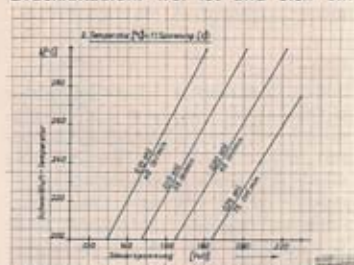
Es ist daher zu empfehlen, daß für ein bestimmtes Regelgerät auch das dazu gehörige Schweißgerät genutzt wird.

Eine komplette Warmluft-Schweißgeräteeinrichtung (Firma Biel) zeigt Bild 17. Unten links ist ein Steuergerät für die Heizleistung des TP-Schweißgerätes. Mit einem stufenlos regulierbaren Einphasen-Ringstelltransformator wird die Sekundärspannung mit dem Drehknopf eingestellt. Links oben ist ein Schwebkörpermeßgerät zur Einstellung der Luftmenge. Rechts daneben die Temperaturmeßdose von 0 bis 400 °C. Zur Temperaturmessung wird die Düse des Heißluftgerätes in den nach vorn offenen Stutzen eingeschoben.

Bild 18 zeigt das Vorschaltgerät WEG-06c der Firma Wegener für 2 Schweißgeräte. Die Temperatur wird mit einer Thyristorsteuerung vorgegeben. Im Diagramm 2 kann für die gewünschte Schweißlufttemperatur die entsprechende Steuerspannung bei einem bestimmten Luftdurchsatz festgestellt werden. Die Thyristorsteuerung arbeitet nahezu verlustlos, ist stoßfest, zeichnet sich durch kleines Gewicht und lange Lebensdauer aus. Manometer- und Stromgaswächter im Vorschaltgerät sorgen dafür, daß die an-

geschlossenen Schweißgeräte erst dann eingeschaltet werden, wenn die Druckluftzufuhr frei ist und sich ein

geschlossenen Schweißgeräte erst dann eingeschaltet werden, wenn die Druckluftzufuhr frei ist und sich ein



Druck aufgebaut hat. Bei abgeschalteter Druckluft oder abgeknicktem Luftschlauch schaltet der Wächter automatisch den Strom ab. Da die Kennlinie des Wegener-Schweißgerätes (WEG-06 m) bekannt ist, läßt sich die Luftmenge über den Manometer bestimmen (Diagramm 1). Bei Preßluftversorgung ist evtl. ein Druckminderventil erforderlich.

Ein Temperaturregelgerät ist Bild 19 zu sehen (Firma Messer Griesheim PLASTHERM® RG). Zu diesem Gerät ist nur der entsprechende Schweißbrenner der Firma Griesheim verwendbar (PLASTHERM® R). Dieses Regelgerät hält die Warmgastemperatur im Bereich $\pm 3^\circ\text{C}$ konstant.

Die Funktionsweise eines solchen Regelgerätes ist folgende: Am unteren Ende des Heizkörpers ist ein Eisen-Konstantan-Thermoelement angebracht, das während des gesamten Schweißprozesses die Temperatur der aufgeheizten Luft mißt. Die von der Temperatur abhängige Thermospannung wird in das Regelgerät eingespeist, und dort mit einer eingestellten Potentiometerspannung verglichen. Diese Spannung wird an der Frontplatte des Regelgerätes mit einem Potentiometer, das gleich in $^\circ\text{C}$ geeicht ist, eingestellt. Die Differenzspannung zwischen der einstellbaren Potentiometerspannung und der Thermospannung geht als Signal auf einen Leistungsthyristor, der die angelegte Spannung am Heizkörper erhöht oder erniedrigt. Wird also die am Potentiometer eingestellte Temperatur am Thermoelement nicht erreicht, erhält das Regelgerät das Signal, die Spannung am Heizkörper zu erhöhen. Auf diese Art und Weise wird die Temperatur des auftretenden Warmgases im Bereich $\pm 3^\circ\text{C}$ konstant gehalten.

Die Angaben in dieser Information entsprechen unseren Kenntnissen und Erfahrungen. Es obliegt jedoch dem Erwerber, die Produkte auf die Brauchbarkeit für den im Einzelfall vorgesehenen Verwendungszweck zu überprüfen und etwaige der Verarbeitung oder sonstigen Verwendung entgegenstehende Schutzrechte Dritter zu beachten. Irgendwelche Ansprüche uns gegenüber können also aus den Angaben in dieser Druckschrift nicht hergeleitet werden.

Herausgeber: Dynamit Nobel Aktiengesellschaft · Verkaufsabteilung 32 · 521 Troisdorf Bez. Köln