

1.1 Wärme-Impuls-Schweißverfahren

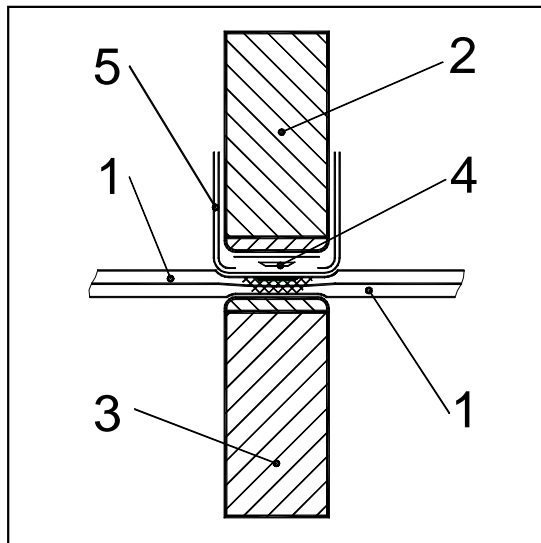


Bild 1.1.1 Skizze zum Wärme-Impuls-Schweißverfahren

Zwei Folienunterlagen (1) werden zwischen Impulsschiene (2) und Gegenschiene (3) aufeinander gedrückt. Das Heizelement (4) ist zur Auflage hin thermisch und elektrisch isoliert, zur Folie hin ist es durch eine Antihafschicht (5) abgedeckt. Auf der Gegenschiene befindet sich ebenfalls eine thermische und elektrische Isolierung. Das Heizelement erwärmt sich und die darunter liegenden Folienlagen, wenn es von einem elektrischen Strom durchflossen wird. Infolge der Erwärmung plastifizieren die Lagen und verbinden sich untrennbar (= Verschweißung) miteinander. Die für diesen Prozeß wesentlichen Einflußgrößen sind:

- **Druck,**
- **Temperatur** und
- **Zeit**

Im Allgemeinen schließt sich eine sogenannte Kühlzeit an den Schweißvorgang an, innerhalb dieser sich der plastifizierte Kunststoff wieder verfestigt.

Wichtig für die praktische Anwendung ist die mit dem beschriebenen Verfahren erreichte Nahtfestigkeit. Anders als bei der Verschweißung von metallischen Werkstoffen, hat nur der Übergangsbereich von unbeheizter zu beheizter Zone einen Einfluß.

Je abrupter der Übergang erfolgt, umso schlechter ist das Ergebnis. Zwangsläufig verdrängt der Druck über die Schweißschienen auch zu plastifizierendes Folienmaterial aus der Schweißzone. Je weicher der Übergang gestaltet wird, desto fester wird die Naht.

Den im Grunde nachteiligen Verdrängungseffekt des Folienmaterials macht man sich bei der Trennschweißung wiederum zu Nutze. Das Heizelement erhält dabei ein Profil, das dann zwangsläufig das Folienmaterial aus der Schweißzone verdrängt bis keine Materialverbindung mehr besteht. Die Darstellungen unter Punkt 2.3.1 geben einen Überblick mit welchen Profilen welche Schweißergebnisse erzielt werden können.

1.1 Wärme-Impuls-Schweißverfahren

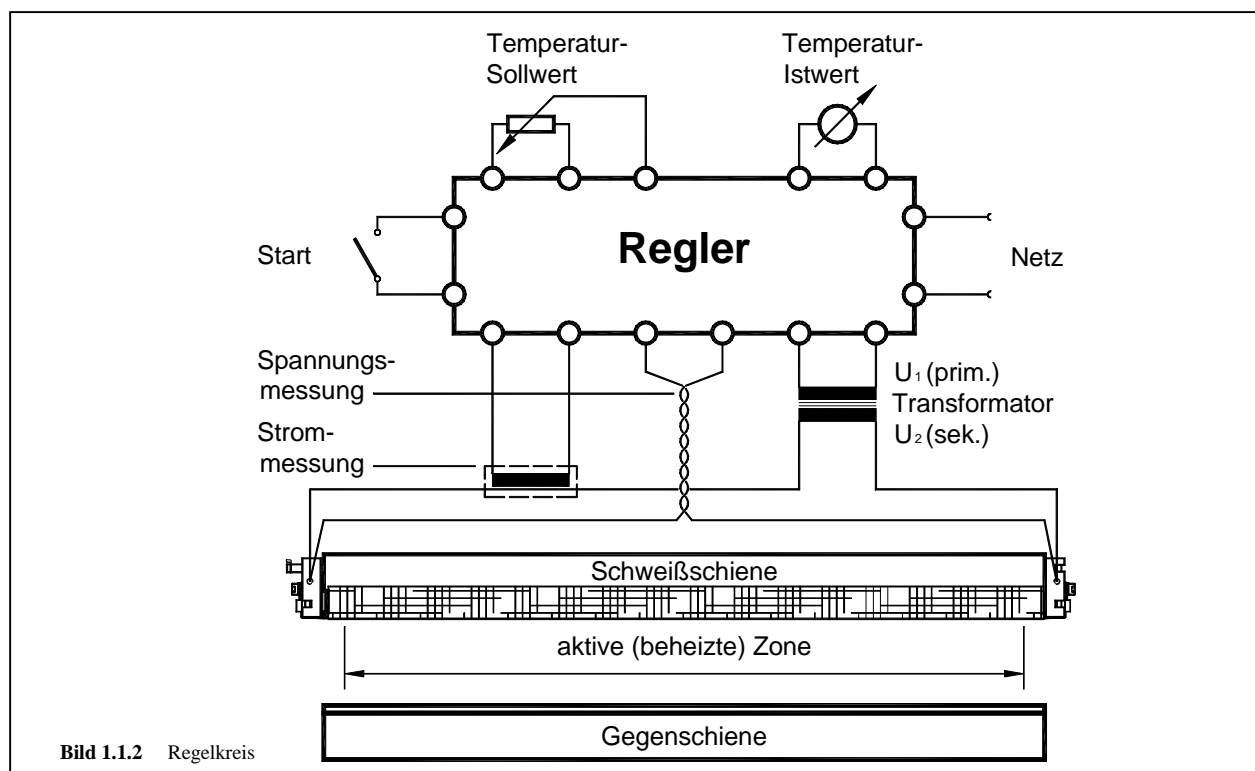
(Fortsetzung)

Grundsätzlich bietet das Impulsschweißverfahren die breiteste Palette an Einflußmöglichkeiten, die zur Erzielung eines bestimmten Ergebnisses variiert werden können. Dies ist jedoch nicht für alle Anwendungen nötig oder, wegen hoher Maschinengeschwindigkeit, möglich.

In den meisten Fällen werden Heizelemente in geradliniger Form hergestellt. Es sind aber auch ebene Konturen möglich (Formschweißbänder). Wichtig ist nur, daß der Widerstand entlang der Kontur gleichmäßig ist, damit auch die entsprechende Erwärmung stattfinden kann.

Die Einhaltung der Schweißparameter ist für das spätere Ergebnis von ausschlaggebender Bedeutung. Während diese für Druck und Zeit noch verhältnismäßig einfach ist, steht man bei der Temperatur des Heizelementes vor einem Problem. Bei kostengünstigen oder mit niedrigen Taktzahlen arbeitenden Einrichtungen setzt man noch heute die sogenannte Zeitsteuerung ein. Dabei fließt ein definierter Strom für eine bestimmte Zeit durch den Heizleiter. Eine Erfassung der tatsächlichen Temperatur findet jedoch nicht statt. Dennoch liefert dieses Verfahren zufriedenstellende Ergebnisse.

In nahezu allen modernen Maschinen findet man heute eine elektronische Temperaturregelung vor. Genutzt wird dabei die Eigenschaft des Heizleitermaterials, seinen elektrischen Widerstand mit der Temperatur zu ändern. Diese Eigenschaft ist eine Materialkonstante, die es erlaubt, einen quasi „fühlerlosen“ Regelkreis aufzubauen:

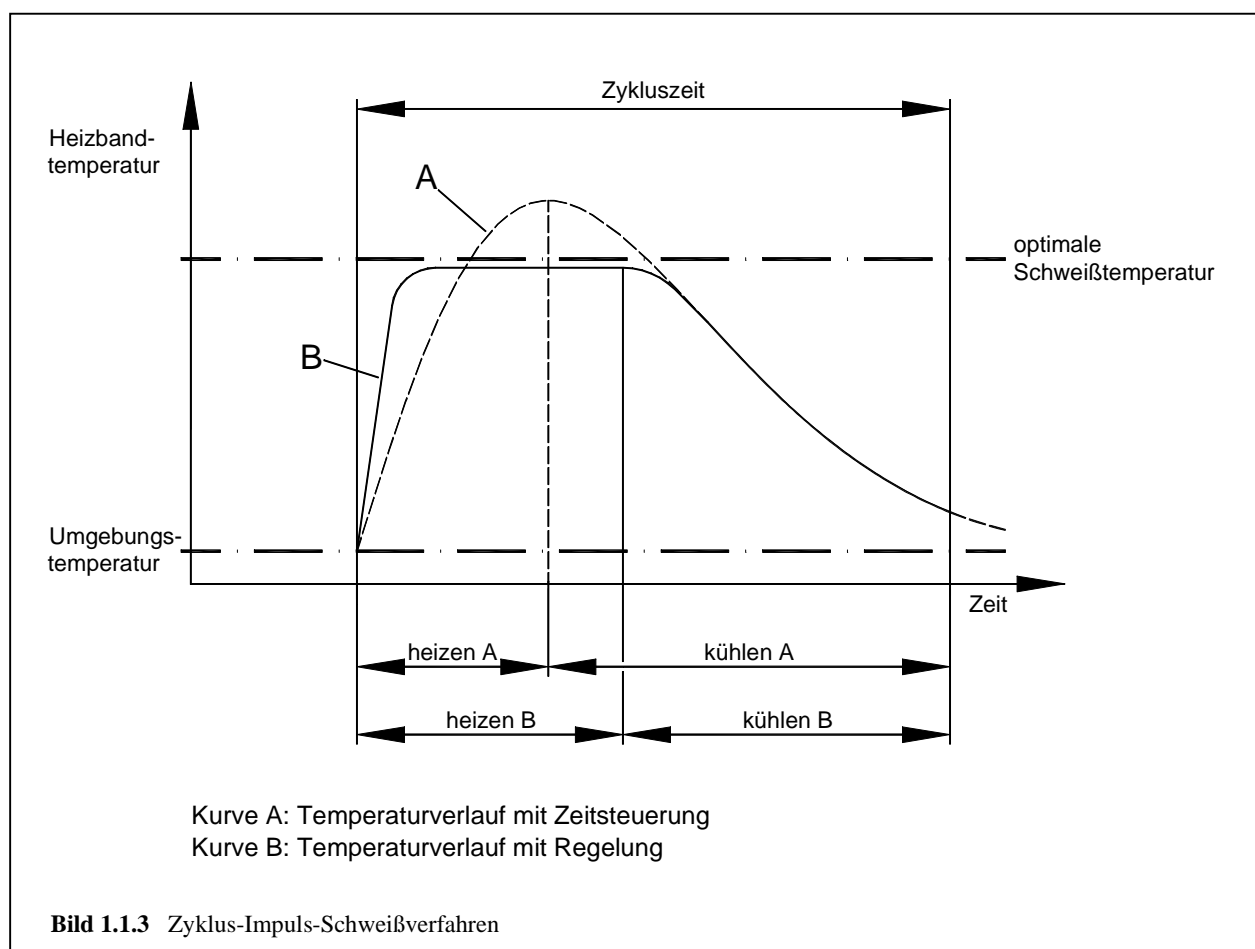


1.1 Wärme-Impuls-Schweißverfahren

(Fortsetzung)

Mit Hilfe der elektronischen Temperaturregelung können Schweißnähte in gleichbleibender Qualität hergestellt werden. Vorteilhaft ist insbesondere bei dicken Folien die Möglichkeit, die Schweißtemperatur über eine bestimmte Zeit konstant zu halten. Das Verfahren ist auf Wärmeleitfähigkeit des Folienmaterials angewiesen. Wenn die Erwärmung der Schweißzone nur langsam vorankommt, würde es mit der Zeitsteuerung zwangsläufig zu einer Überhitzung der unmittelbar mit dem Heizband in Kontakt stehenden Folie kommen.

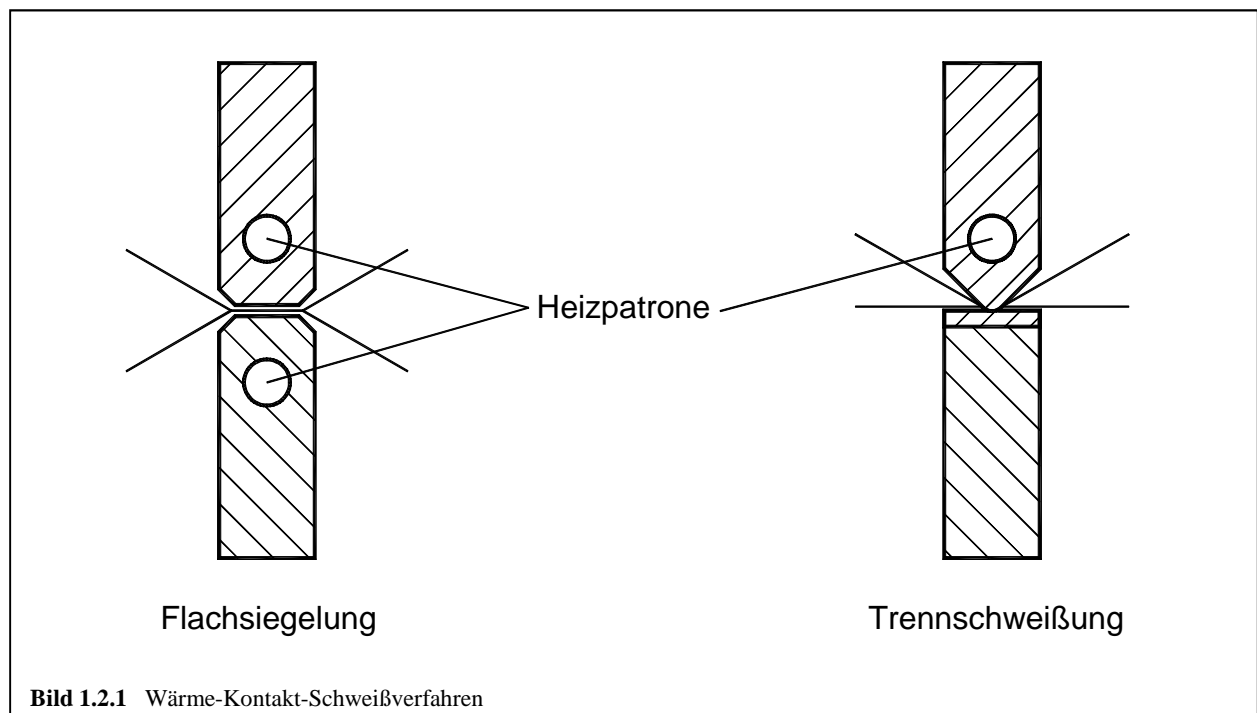
Mit der Temperaturregelung jedoch werden alle beteiligten Materialien nur auf das erforderliche Temperaturniveau erwärmt. Als positiver Nebeneffekt ergibt sich daher eine generelle Verlängerung der Lebensdauer, wie aus dem folgenden Diagramm zu schließen ist.



1.2 Wärme-Kontakt-Schweißverfahren

Im Unterschied zum voran beschriebenen Verfahren wird die Schweißwerkzeugtemperatur auf einem vorbestimmten Temperaturniveau gehalten (Dauerheizung).

Zwar lassen sich nicht alle Folien mit diesen Verfahren optimal verarbeiten, doch ist dieses Verfahren in verschiedenen Bereichen der Impulsschweißung überlegen. Es eignet sich vorwiegend für mehrschichtige Folien (Lamine), die auf Hochleistungsmaschinen mit hohen Taktzahlen verarbeitet werden können. Gegenüber der Folienschweißung spricht man von Siegelung, da sich nur die zugewandten Lagen verbinden. Monofolien werden meist mit Dauerheizung trenngeschweißt, auch hier mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Die Beheizung der Werkzeuge erfolgt indirekt über Heizpatronen.



Bei der Flachsiegelung wird aus optischen oder Dichtigkeitsgründen die Oberfläche der Werkzeuge oft profiliert (Quer-/Längsrillen).

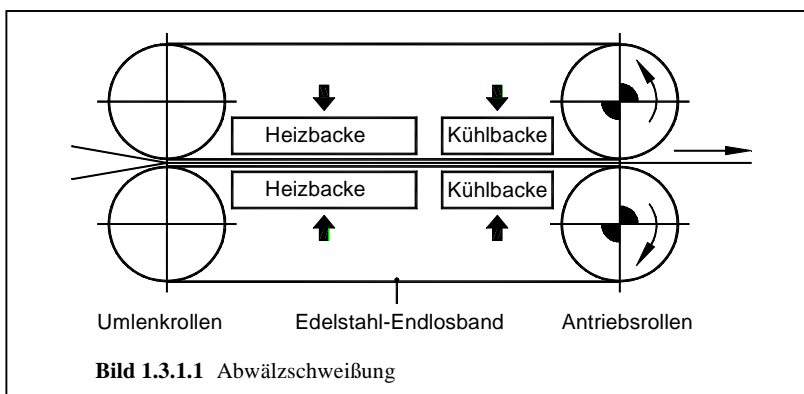
Insgesamt betrachtet, sind dauerbeheizte Werkzeuge einfacher aufgebaut und robuster im Betrieb. Nachteilig wirken sich aber der hohe Energieverbrauch und die unvermeidliche Miterwärmung benachbarter Maschinenteile aus. In der praktischen Ausführung ist die Größe auch durch den Verzug der Werkzeuge begrenzt.

1.3 Kontinuierliche Schweißverfahren

Mit dem Entwicklungsbeginn von folienverarbeitenden Maschinen wurden die Taktzahlen stetig gesteigert. Die diskontinuierliche Arbeitsweise speziell der Längsschweißung an Schlauchbeutelmaschinen stellt eine Leistungsbeschränkung dar, die eine Entwicklung kontinuierlicher Verfahren notwendig machte. Abgesehen von der Geschwindigkeit können bei verhältnismäßig kleiner Bandlänge, beliebig lange Schweißnähte hergestellt werden.

Das Arbeitsprinzip entspricht der anfangs beschriebenen Impulsschweißung. Während zwischen festen Schweißschienen der Zyklus mit Aufheizung und Abkühlung „ortsfest“ abläuft, durchläuft bei kontinuierlichen Verfahren die Folie beheizte und gekühlte Zonen. Je nach Folienart werden in der Praxis verschiedene Bauformen verwendet:

1.3.1 Abwälzschweißung

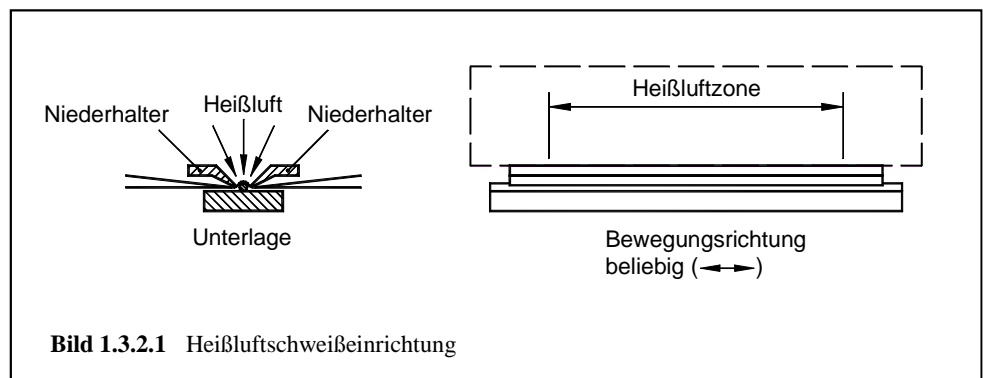


Die Folienlagen stehen in Kontakt zu umlaufenden Bändern. Von der Innenseite drücken je ein erwärmtes und ein gekühltes Backenpaar die Folienlagen aneinander. Die umlaufenden Bänder werden mit der gleichen Geschwindigkeit angetrieben, mit der auch die Folie transportiert wird. Es besteht somit keine Relativbewegung zwischen Band und Folie. Die Backenpaare schleifen indes auf der Innenseite des Bandes und

müssen daher aus geeignetem Material bestehen. Mit dieser Einrichtung lassen sich alle schweiß- und siegelfähigen Folien verbinden. Backenpaare, besonders aber die Umlaufbänder, sind ausgesprochene Verschleißteile, da sie einem kontinuierlichen Abrieb ausgesetzt sind.

1.3.2 Heißluftschweißung

Bei dieser Bauform erfolgt die Wärmeübertragung durch erhitzte Luft und damit berührungslos. Die Kühlstrecke bildet eine Kaltluftdüse. Allein der Kontakt der Folienlagen reicht aus, um eine Verschweißung herbeizuführen. Das System arbeitet nahezu verschleißfrei und ist damit extrem



wartungsfreundlich. Mit steigender Foliendicke sinkt allerdings die Arbeitsgeschwindigkeit bedingt durch die begrenzte Wärmeübertragung mittels heißer Luft.

Schweißverfahren	Folienart (Auswahl)				
	PE	PP	PA	PE/PA	Alu-Verb.
Impuls	+/+	+	○	+	○
Dauerheizung	--/+	○/+	--	+	+
Abwälzschweißung	+	+	+	+	+
Heißluft	+	○	--	+	○

+/+ = Schweißung/Trennung + = sehr gut geeignet ○ = bedingt geeignet -- = ungeeignet