

DIN EN 18007-1

ICS 01.040.25; 25.160.10

Einsprüche bis 2023-11-01

Entwurf**Schweißen und verwandte Verfahren –
Elektromagnetisches Pulsschweißen –
Teil 1: Schweißwissen, Terminologie und Begriffe;
Deutsche und Englische Fassung prEN 18007-1:2023**

Welding and allied processes –
Electromagnetic pulse welding –
Part 1: Welding knowledge, terminology and vocabulary;
German and English version prEN 18007-1:2023

Soudage et techniques connexes –
Soudage électromagnétique par impulsion –
Partie 1: Connaissances, terminologie et définitions relatives au soudage;
Version allemande et anglaise prEN 18007-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 62 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 18007-1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-19 AA „Schweißen von Aluminium und anderen Leichtmetallen (DVS AG W 6)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO/TR 25901 (alle Teile) siehe DIN ISO/TR 25901 (alle Teile)

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO/TR 25901 (alle Teile), *Schweißen und verwandte Verfahren — Terminologie*

– *Entwurf* –

E DIN EN 18007-1:2023-10

– Leerseite –

**Schweißen und verwandte Verfahren – Elektromagnetisches Pulsschweißen – Teil 1:
Schweißwissen, Terminologie und Begriffe**

Welding and allied processes – Electromagnetic pulse welding – Part 1: Welding knowledge, terminology and vocabulary

Soudage et techniques connexes – Soudage électromagnétique par impulsion – Partie 1: Connaissances, terminologie et définitions relatives au soudage

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Schweißwissen	10
4.1 Verfahrensgrundsätze	10
4.2 Prozessvarianten	12
4.2.1 Elektromagnetisches Pulsclimpen	12
4.2.2 Elektromagnetisches Pulsschweißen von rohrförmigen Produkten	12
4.2.3 Elektromagnetisches Pulsschweißen von Blecherzeugnissen	13
4.3 Parameter	14
4.4 Prozessfenster	16
4.5 Beschreibung der Schweißnaht	18
4.6 Werkstoffe und Werkstoffkombinationen	19
4.7 Elektromagnetische Pulsschweißeinrichtung	20
4.7.1 Allgemeines	20
4.7.2 Pulsgenerator	20
4.7.3 Spulen	20
4.7.4 Merkmale	23
5 Gesundheit und Sicherheit	23
Anhang A (informativ) Werkstoffkombinationen, die durch elektromagnetisches Pulsschweißen schweißbar sind	24
Literaturhinweise	26

Bilder

Bild 1 — Definition der charakteristischen Geschwindigkeiten (Quelle: Fraunhofer IWU)	7
Bild 2 — Schematische Darstellung der geometrischen Parameter des elektromagnetischen Pulsschweißverfahrens (Blechanwendungen)	8
Bild 3 — Parameter des gepulsten Stroms (Quelle: Fraunhofer IWU)	9
Bild 4 — Mögliche Verfahrensvarianten für das elektromagnetische Pulsumformen und -verbinden [5]	11
Bild 5 — Prozessablauf für das Verbinden von rohrförmigen Werkstücken [6]	11
Bild 6 — Prinzipskizze des elektromagnetischen Pulsschweißens (Quelle: Pulsar)	12
Bild 7 — Kollisionsschweißparameter [9] [10]	13
Bild 8 — Geometrie der Kapselschweißung	13
Bild 9 — Geometrie der Rohrschweißung	13
Bild 10 — Funktionsprinzip des elektromagnetischen Pulsschweißens [20]	14
Bild 11 — Parameter des elektromagnetischen Pulsschweißprozesses (Quelle: Fraunhofer IWU)	16
Bild 12	17
Bild 13 — Prozessfenster [24]	18
Bild 14 — Darstellung einer typischen elektromagnetischen Pulsschweißung (Quelle: BWI) . . .	19
Bild 15 — Industrielles elektromagnetisches Pulsfügesystem mit Rundspule (Quelle: Poynting GmbH)	20
Bild 16 — Spule mit mehreren Windungen	21
Bild 17 — Flachspule	21
Bild 18 — Spule mit einer Windung	21
Bild 19 — Feldformer	22

Bild 20 — Stromfluss in Feldformer und Spule	22
Bild 21 — Schematische Darstellung einer Rogowski-Spule [29]	23

Tabellen

Tabelle A.1 — Übersicht über mögliche Werkstoffkombinationen beim elektromagnetischen Pulsschweißen [40, 41]	24
Tabelle A.2 — Übersicht über mögliche Werkstoffkombinationen beim elektromagnetischen Pulsschweißen [42]	25

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 18007-1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Die Normenreihe EN 18007 besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Schweißwissen, Terminologie und Begriffe,
- Teil 2: Ausführung der Schweißverbindungen,
- Teil 3: Qualifizierung der Bediener und Einrichter,
- Teil 4: Spezifikation und Qualifizierung von Schweißverfahren,
- Teil 5: Qualitäts- und Prüfanforderungen.

Einleitung

Das elektromagnetische Pulsschweißen ist eine innovative Festkörperschweißtechnik, die zur Gruppe der Pressschweißverfahren gehört und auf der Nutzung elektromagnetischer Kräfte zur Verformung, Beschleunigung und Verschweißung von Werkstücken beruht. Es wird keine externe Wärmequelle verwendet, die Verbindung wird nur durch einen Hochgeschwindigkeitsaufprall hergestellt.

Der zunehmende Einsatz des elektromagnetischen Pulsschweißens hat den Bedarf für eine Norm geschaffen, um sicherzustellen, dass das Schweißen so effektiv wie möglich durchgeführt wird und dass eine geeignete Steuerung aller Aspekte des Arbeitsablaufs erfolgt.

Um effektiv zu sein, sollten bei der Produktion und beim Einsatz von geschweißten Produkten keine Probleme auftreten. Damit dieses Ziel erreicht wird, ist es notwendig, von der Gestaltungsphase bis hin zur Auswahl von Werkstoffen, Herstellung und Prüfung Kontrollmechanismen zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise kann eine schlechte Gestaltung Schwierigkeiten in der Werkstatt oder beim Einsatz hervorrufen. Falsche Prozessparameter und/oder eine falsche Auswahl von Werkstoffen können zu Problemen beim Schweißen führen. Schweißverfahren müssen korrekt formuliert und zugelassen sein, um Fehlstellen zu vermeiden. Um die Herstellung eines Qualitätsproduktes sicherzustellen, muss die verantwortliche Leitung potentielle Fehlerquellen erkennen und entsprechende Qualitätssicherungs- und Prüfverfahren einführen. Es sollte eine Überwachung eingeführt werden, um sicherzustellen, dass die festgelegte Qualität erreicht wird.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert Begriffe im Zusammenhang mit dem elektromagnetischen Pulsschweißen. Der Begriff „Aluminium“ bezieht sich in diesem Dokument auf Aluminium und seine Legierungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO/TR 25901 (alle Teile), *Welding and allied processes — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/TR 25901 (alle Teile) und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

elektromagnetisches Pulsschweißen

Herstellung einer Schweißverbindung durch Einwirkung eines gepulsten elektromagnetischen Feldes

3.2

elektromagnetisches Pulsschweißen von Blechen

Herstellung einer Schweißverbindung von Blechen durch Einwirkung eines gepulsten elektromagnetischen Feldes

3.3

elektromagnetisches Pulsschweißen von Rohren

Herstellung einer Schweißverbindung von Rohren durch Einwirkung eines gepulsten elektromagnetischen Feldes

3.4

elektromagnetisches Pulscrimpen

Herstellung einer Crimpverbindung (mechanische Verbindung) durch elektromagnetische Umformung

3.5

Flyer-Blech

Flyer-Rohr

Blech oder Rohr, das während des Prozesses durch elektromagnetische Kräfte beschleunigt wird (siehe Bild 1)

3.6

Target-Blech

Target-Rohr

Blech oder Rohr, das während des Prozesses stationär ist (siehe Bild 1)

3.7

Treiber

Hilfswerkstück, das zur effizienten Beschleunigung von Werkstücken mit geringer elektrischer Leitfähigkeit verwendet wird

3.8

Aufprallgeschwindigkeit

Geschwindigkeit des Target-Blechs/-Rohrs in Normalrichtung (bezogen auf die Oberfläche des Target-Blechs/-Rohrs) beim Auftreffen auf das Target-Werkstück (siehe Bild 1)

3.9

Kollisionspunktgeschwindigkeit

mittlere Geschwindigkeit parallel zum Target-Werkstück, bei der die Schweißnaht erzeugt wird (siehe Bild 1)



Legende

1 Flyer

2 Target

Mittlere Kollisionspunktgeschwindigkeit $v_{collision,mean} = \frac{d_2 - d_1}{\Delta t}$.

Bild 1 — Definition der charakteristischen Geschwindigkeiten (Quelle: Fraunhofer IWU)

3.10

Aufprallwinkel

Winkel zwischen der Aufprallfläche des Flyers und des Targets während der gesamten Dauer des Aufpralls (siehe Bild 1)

3.11

kritischer Jettingwinkel

Winkel, bei dem Jetbildung am Kollisionspunkt auftritt

3.12

Abstand der Werkstücke

Spalt

Anfangsspalt zwischen den Fügepartnern; der Abstand, den die zu verschweißenden Metalle vor dem Schweißvorgang voneinander getrennt sind (siehe Bild 2)

3.13

freie Länge

Länge zwischen dem Flyer-Rohr/-Blech und dem inneren Werkstück; Teil des Flyers (Rohr oder Blech), der sich unter der Wirkung der Magnetkräfte frei bewegen kann (unbehindert durch den Träger oder einen Teil des Target-Werkstücks) (siehe Bild 2)

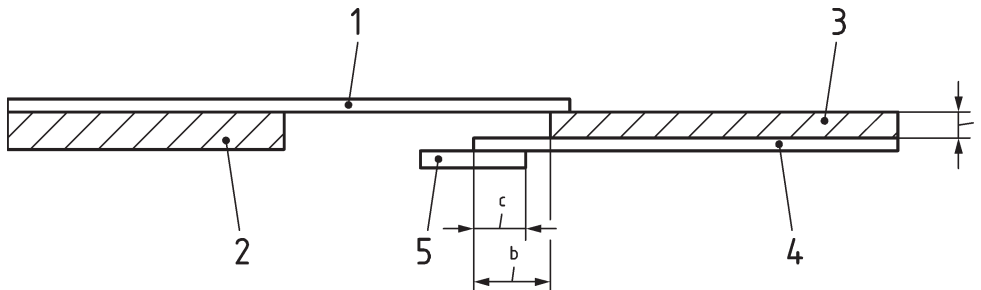
3.14

Überlappung von Flyer und Werkzeugspule

Arbeitslänge [4]

Länge der Arbeitszone

Überlappung des Flyer-Werkstücks mit der Spule oder dem Feldformer (siehe Bild 2)



Legende

- 1 Cu 1 mm
- 2 Abstandshalter 1
- 3 Abstandshalter 2
- 4 Al 1 mm
- 5 Flachspule
- ^a Abstand der Werkstücke
- ^b Überlappung
- ^c freie Länge

Bild 2 — Schematische Darstellung der geometrischen Parameter des elektromagnetischen Pulsschweißverfahrens (Blechanwendungen)

3.15

Entladeenergie

Energie, die infolge der Entladung der Kondensatoren in die Spule abgegeben wird und wie folgt charakterisiert ist:

$$E = \frac{1}{2} CV^2$$

Dabei ist

E die Entladeenergie (J)

C die Kapazität (F)

V die Ladespannung (V)

3.16

Entladestrom

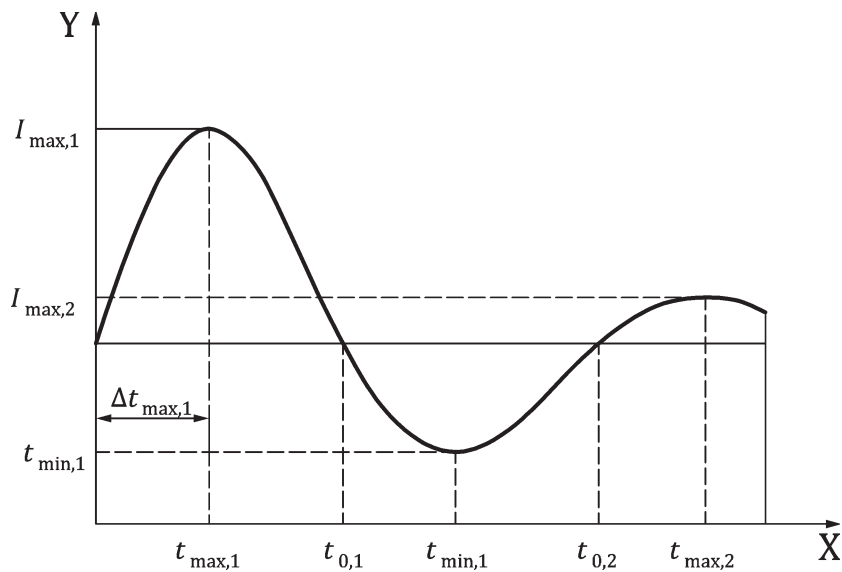
Strom, der infolge der Entladung der Kondensatoren in die Spule fließt

3.17

Entladestromfrequenz

signifikante Frequenz des in der Spule induzierten Stroms von t_0 bis höchstens $t_{\max,1}$; die Dauer $t_{\max,1}$ entspricht einer Viertelperiode ($T/4$)

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 3 veranschaulicht dieses Konzept und gibt die Gleichung für die Entladungsstromfrequenz an.



Legende

X Zeit

Y Stromstärke

Signifikante Frequenz $f_{\text{significant}} = \frac{1}{4 \times \Delta t_{\text{max},1}}$

Bild 3 — Parameter des gepulsten Stroms (Quelle: Fraunhofer IWU)

3.18

Impulswiederholrate

Anzahl der Impulse je Zeiteinheit

3.19

Dauer des Stromanstiegs

Zeit, die der elektromagnetische Impuls benötigt, um von einem bestimmten kleinen Wert auf einen festgelegten Höchstwert zu steigen ($\Delta t_{\text{max},1}$ in Bild 3)

3.20

Skin-Effekt

Wechselstrom neigt dazu, sich in einem Leiter so zu verteilen, dass die Stromdichte in der Nähe der Oberfläche des Leiters am höchsten ist; dies wird als Skineffekt bezeichnet

3.21

Skin-Tiefe

wie tief Wirbelströme in einen Werkstoff eindringen, ist definiert als die Tiefe, in der ihre Intensität abnimmt auf $1/e$ (etwa 37 %) ihrer maximalen Intensität

3.22

Bitter-Spule

Spule, die aus einem Stapel von Leiter- und Isolierplatten besteht, die abwechselnd aufeinander gepresst sind, jede mit einem radialen Schlitz versehen

3.23

Spule mit einer Windung

Spule mit einer Wicklung

Spule, die aus einer Windung besteht

3.24

spiralförmige Spule

Spule mit wendelförmig angeordneten Windungen

3.25

Flachspule

Spule, bei der die Windungen übereinander angeordnet sind, entweder mit einer oder mehreren Windungen

3.26

Rogowski-Spule

toroidförmige Spule ohne ferromagnetischen Kern zur Messung des Entladestroms in einem Stromkreis

3.27

Steigung der Spule

Anzahl der Windungen je Längeneinheit, parallel zur Richtung des Flyers

3.28

Generator für große Impulsleistung

Gerät, das Kondensatoren auflädt, elektrische Energie speichert und sie in sehr kurzer Zeit in die Umform- oder Schweißspule entlädt; Maschine, die die für das elektromagnetische Pulsschweißen erforderliche Entladeenergie liefert

3.29

Feldformer

Feldkonzentrator

Bauteil, das das Magnetfeld auf die Schweißzone konzentriert; es vergrößert im Wesentlichen die Amplitude des Magnetfelds auf einem kleineren Bereich (axial)

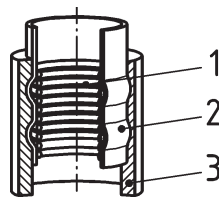
4 Schweißwissen

4.1 Verfahrensgrundsätze

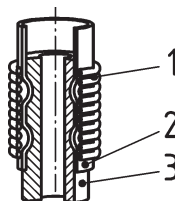
Die elektromagnetische Pulstechnologie (auch bekannt als elektromagnetische Pulsformung, Crimpen und Schweißen) ist eine automatische Produktionstechnik, die elektromagnetische Kräfte zur Verformung und Verbindung artgleicher oder artungleicher Werkstoffe nutzt. Die elektromagnetische Pulsformung ist ein Hochgeschwindigkeitsverformungsverfahren, das ein gepulstes elektromagnetisches Feld zur berührungslosen Umformung von Metallen nutzt. Die in einer Kondensatorbank gespeicherte Energie wird durch eine Werkzeugspule schnell entladen. Das von der Spule erzeugte elektromagnetische Wechselfeld erzeugt in dem angrenzenden Werkstück aus einem metallischen Werkstoff mit guter elektrischer Leitfähigkeit Wirbelströme. Die wechselnden Ströme verursachen ein wechselndes Magnetfeld, das die Wirbelströme erzeugt. Diese Ströme wiederum erzeugen ihr eigenes Magnetfeld. Die von den beiden Magnetfeldern erzeugten Kräfte wirken gegeneinander. Dadurch entsteht eine abstoßende Kraft (Lorentzkraft) zwischen Spule und Werkstück.

Die erzeugten Kräfte können z. B. genutzt werden, um ein Flyer-Rohr oder -Blech mit hoher Geschwindigkeit auf einem inneren oder äußeren Werkstück (Target-Blech/-Rohr) plastisch zu verformen, ein Blech mit einer speziell geformten Matrize zu formen, zu schneiden oder zu perforieren. Unter genau kontrollierten Bedingungen und Prozessparametern kann nach der plastischen Verformung der Werkstoffe eine Festkörperschweißung (elektromagnetisches Pulsschweißen) realisiert werden. Die Konfiguration zum Verbinden rohrförmiger Produkte ist in Bild 5 dargestellt. Je nach Anordnung von Werkzeugspule und Werkstück können rohrförmige Profile expandiert oder komprimiert bzw. Bleche umgeformt werden (siehe Bild 4). Eine Prinzipskizze des Schweißprozesses ist in Bild 6 dargestellt.

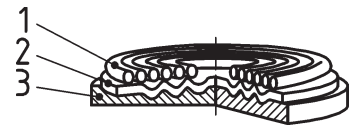
Da es sich um ein Festkörperv Verfahren handelt, kann es für Verbindungen artgleicher und artungleicher Werkstoffe (mit stark unterschiedlichen Schmelzpunkten) eingesetzt werden.



Expansion



Kompression

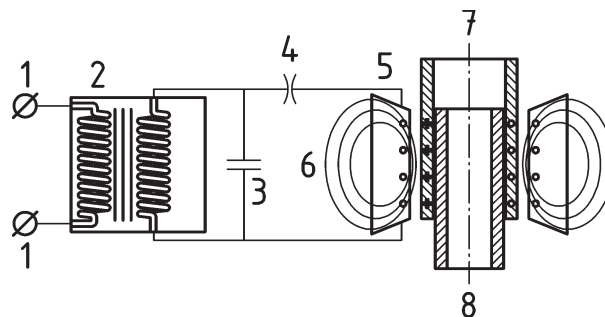


Flachspule

Legende

- 1 Spule
- 2 Werkstück
- 3 Matrizie oder Verbindungspartner

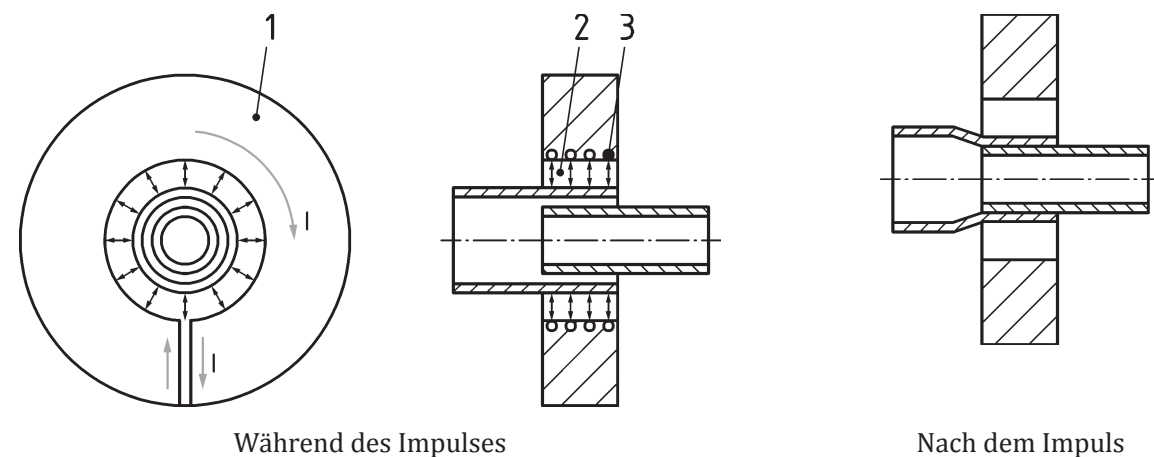
Bild 4 — Mögliche Verfahrensvarianten für das elektromagnetische Pulsumformen und -verbinden [5]



Legende

- 1 Wechselstromversorgung
- 2 Ladegerät
- 3 Kondensatorbank
- 4 Starkstromschalter
- 5 Spule
- 6 Magnetfeld
- 7 äußeres Werkstück
- 8 inneres Werkstück

Bild 5 — Prozessablauf für das Verbinden von rohrförmigen Werkstücken [6]



Legende

- 1 Spule
- 2 induzierter Wirbelstrom
- 3 Entladestrom der Kondensatorbank
- Magnetfelddruck
- elektrischer Strom

Bild 6 — Prinzipskizze des elektromagnetischen Pulsschweißens (Quelle: Pulsar)

4.2 Prozessvarianten

4.2.1 Elektromagnetisches Pulscrimpen

Verbindungen, die durch elektromagnetische Pulsformung (auch bekannt als elektromagnetisches Pulscrimpen) hergestellt werden, können anhand des dominierenden Mechanismus gegen eine äußere Belastung in 2 Kategorien eingeteilt werden:

Text der Einleitung.

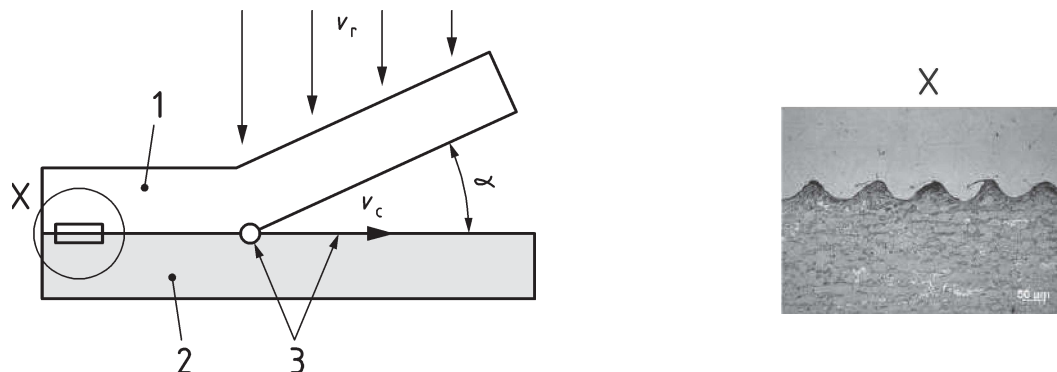
- Presspassungsverbindungen werden durch plastische Verformung des einen und elastische Verformung des anderen Verbindungspartners hergestellt. Dabei entstehen Reibungs- und Interferenzspannungen zwischen den beiden Verbindungspartnern, die wiederum eine mechanische Verbindung erzeugen.
- Formschlüssige Verbindungen werden hergestellt, indem der Werkstoff des einen Verbindungspartners in eine Hinterschneidung (z. B. eine Nut) des anderen Verbindungspartners eingeformt wird, so dass die Verbindung gegen eine äußere Belastung fixiert wird („mechanischer Formschluss“).

Elektromagnetisches Pulscrimpen ist keine Variante des elektromagnetischen Pulsschweißens, wurde aber aus Gründen der Übersichtlichkeit hinzugefügt.

4.2.2 Elektromagnetisches Pulsschweißen von rohrförmigen Produkten

Trifft das Flyer-Werkstück mit hoher Geschwindigkeit und unter einem bestimmten Winkel auf das Target-Werkstück, entsteht vor dem Aufprall ein Jet (charakteristischer Materialstrom) auf den Werkstoffoberflächen. Dieser Jet kann Oberflächenverunreinigungen wie z. B. Oxidschichten entfernen, was die Notwendigkeit einer Reinigung vor dem Prozess verringert. Infolge starker plastischer Verformung, vor allem bei duktilen Werkstoffen, ist die mikroskopische Rauheit nicht unbedingt ein Hindernis beim Zusammenfügen der Werkstücke. Wie beim Sprengschweißen entsteht eine wellige oder glatte Verbindungsfläche [7, 8] (siehe Bild 7). Bildet sich eine intermetallische Schicht, so wird diese durch intensive plastische Verformung, mechanische Durchmischung und lokale Erwärmung verursacht. Die Temperaturerhöhung erfolgt durch Joule-Effekte, die Kollision selbst, den Luftstrom, die Kompression der Luft und durch die Verbrennung des Grundwerkstoffs. Da der Prozess nur

sehr kurz dauert, reicht die Erwärmung nicht aus, um einen Temperaturanstieg in einem großen Bereich zu erzeugen, so dass es keine nennenswerte Wärmeeinflusszone gibt.



Legende

- 1 Werkstück 1
- 2 Werkstück 2
- 3 Kollisionspunkt und Kollisionspunktgeschwindigkeit

Bild 7 — Kollisionsschweißparameter [9] [10]

Bild 8 und Bild 9 zeigen die üblichen Bauteilgeometrien vor und nach dem Schweißen, sowohl für hermetisch verschlossene Kapseln (Bild 8) als auch für Rohre (Bild 9) [11, 12, 13, 14]. Dabei handelt es sich immer um eine Überlappungsschweißung, bei der ein anfänglicher vorgeschriebener Spalt (Abstand der Werkstücke) zwischen den zu verschweißenden Oberflächen besteht. Die Schweißnaht weist immer eine Verformung im Schweißbereich auf, wie in den Bildern dargestellt.



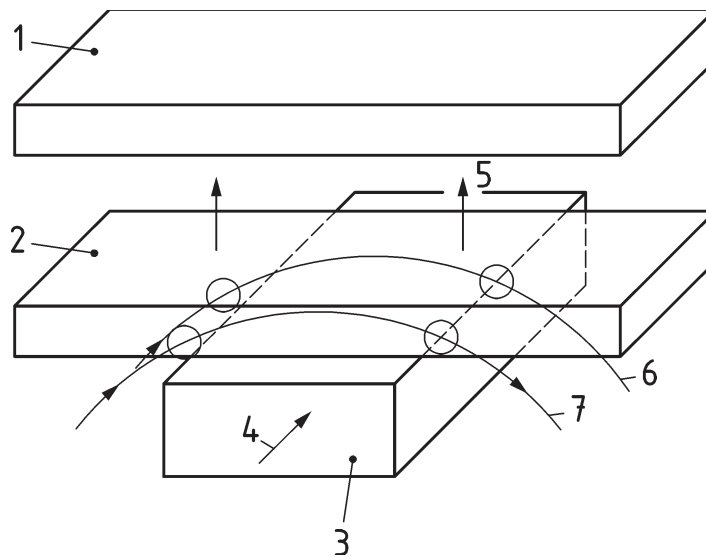
Bild 8 — Geometrie der Kapselschweißung



Bild 9 — Geometrie der Rohrschweißung

4.2.3 Elektromagnetisches Pulsschweißen von Blecherzeugnissen

Bei dieser Verfahrensvariante [15, 16, 17, 18, 19] wird anstelle einer Rundspule eine Flachspule verwendet. Das Flyer-Blech wird durch die Lorentzkräfte, die durch ein gepulstes elektromagnetisches Feld induziert werden, in Richtung des Target-Blechs beschleunigt. Eine Prinzipskizze ist in Bild 10 dargestellt.



Legende

- 1 Target-Blech
- 2 Flyer-Blech
- 3 Spule
- 4 Entladepuls
- 5 elektromagnetische Kraft
- 6 Wirbelstrom
- 7 magnetischer Fluss

Bild 10 — Funktionsprinzip des elektromagnetischen Pulsschweißens [20]

4.3 Parameter

Wie beim Sprengschweißen hängt die Qualität der elektromagnetischen Pulsschweißung von Aufprallwinkel und Aufprallgeschwindigkeit während der Verschmelzung ab, die durch andere Prozessparameter bestimmt werden. Dazu gehören Werkstoffeigenschaften des Werkstücks, elektrische Eigenschaften der Einrichtung, Werkstück- und Feldformergeometrie [21, 22]. Die meisten dieser Parameter sind unveränderlich, entweder weil sie für die elektromagnetische Pulsschweißanlage charakteristisch sind oder weil sie durch die Werkstoffauswahl zur Erfüllung der Anforderungen der Baugruppe festgelegt sind.

Folgende Parameter beeinflussen den Prozess und das Schweißergebnis:

- Werkstoffeigenschaften der Werkstücke:
 - mechanische Eigenschaften (z. B. Dehnungsrate, Dehnungsgrenze);
 - magnetische Permeabilität;
 - elektrische Leitfähigkeit;
 - Dichte;
 - Wärmeleitfähigkeit;
 - metallurgische Eigenschaften der Werkstoffe,
 - Schmelztemperatur und Verdampfungstemperatur.

- Schweißparameter beim Aufprall (siehe Definitionen in 3.3):
 - Aufprallwinkel (γ in Bild 7);
 - Aufprallgeschwindigkeit (V_r in Bild 7);
 - Kollisionspunktgeschwindigkeit (V_c in Bild 7);
 - kritischer Jetwinkel.
- geometrische Parameter:
 - Form der Werkstücke;
 - Abstand der Werkstücke (g_{initial} in Bild 11);
 - freie Länge zwischen dem Flyer-Rohr/-Blech und dem inneren Werkstück ($O_{\text{flyer/target}}$ in Bild 11);
 - Überlappung von Flyer und Werkzeug ($O_{\text{flyer/tool}}$ in Bild 11);
 - Überlappung von Flyer und Target;
 - Spalt zwischen Spule/Feldformer und Flyer-Rohr/-Blech, auch als „Isolierspalt“ bezeichnet;
 - Konzentrität.
 - Dicke des Flyer-Blechs;
 - Durchmesser und Dicke des Flyer-Rohrs;
 - Maße in Bezug auf den Feldformer, z. B. die axiale Länge.
- elektrische Parameter:
 - elektrische Parameter des Stromkreises (R, L, C);
 - Entladeenergie;
 - Anstiegszeit des Impulses;
 - Stromentladungsfrequenz; festgelegt durch die Spule und das Entladungssystem.