

DIN EN 18007-5



ICS 25.160.10

**Elektromagnetisches Pulsschweißen –
Teil 5: Qualitäts- und Prüfanforderungen;
Deutsche Fassung EN 18007-5:2024**

Electromagnetic pulse welding –
Part 5: Quality and inspection requirements;
German version EN 18007-5:2024

Soudage par impulsion électromagnétique –
Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle;
Version allemande EN 18007-5:2024

Gesamtumfang 32 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Das Dokument EN 18007-5:2024 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) 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).

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

Deutsche Fassung

Elektromagnetisches Pulsschweißen — Teil 5: Qualitäts- und Prüfanforderungen

Electromagnetic pulse welding —
Part 5: Quality and inspection requirements

Soudage par impulsion électromagnétique —
Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Juni 2024 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Qualitätsanforderungen	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Schweißpersonal	5
4.2.1 Allgemeines	5
4.2.2 Bediener von Schweißeinrichtungen	5
4.3 Inspektions- und Prüfpersonal	6
4.3.1 Allgemeines	6
4.3.2 Personal für die zerstörungsfreie Prüfung und Sichtprüfung	6
4.3.3 Personal für die zerstörende Prüfung	6
4.4 Schweißeinrichtung	6
4.4.1 Eignung der Schweißeinrichtung	6
4.4.2 Beschaffung einer Schweißeinrichtung	6
4.4.3 Reproduzierbarkeits- und Validierungsprüfungen für qualifizierte Schweißereinstellungen an Maschinen	6
4.4.4 Wartung der Schweißeinrichtung	7
4.4.5 Werkzeug für das elektromagnetische Pulsschweißen	7
4.5 Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification)	7
4.6 Fugenvorbereitung vor dem Schweißen und Montagehilfe	7
4.6.1 Fugenvorbereitung	7
4.6.2 Reinigung vor dem Schweißen	8
4.7 Schweißen	8
4.8 Inspektion und Prüfung	8
4.8.1 Allgemeines	8
4.8.2 Inspektion und Prüfung vor dem Schweißen	8
4.8.3 Überwachung und Prüfung während des Schweißens	8
4.8.4 Überwachung und Prüfung nach dem Schweißen und Abnahmekriterien	8
4.8.5 Nachweisprüfung	9
4.8.6 Beschädigte und fehlerhafte Schweißnähte	9
4.9 Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit	9
Anhang A (informativ) Einteilung der geometrischen Unregelmäßigkeiten	10
Literaturhinweise	27

Tabellen

Tabelle A.1 — Klassifizierung von Schweißnahtunregelmäßigkeiten	11
---	----

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 18007-5:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2025, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2025 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Normenreihe EN 18007 besteht unter dem allgemeinen Titel *Elektromagnetisches Pulsschweißen* 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*

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

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 Arbeitsablaufes erfolgt.

Um effektiv zu sein, sollten bei der Produktion und beim Einsatz von geschweißten Produkten keine Probleme auftreten. Damit dieses Ziel erreicht wird, wird empfohlen, von der Gestaltungsphase bis hin zur Auswahl von Werkstoffen, Wahl der Parameter, Herstellung und Prüfung Kontrollmechanismen zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise kann eine schlechte Gestaltung schwerwiegende und kostspielige Schwierigkeiten in der Werkstatt oder beim Einsatz hervorrufen. Falsche Prozessparameter und/oder eine falsche Auswahl von Werkstoffen können zu Fehlern beim Schweißen führen. Schweißverfahren sollten korrekt formuliert und zugelassen sein, um Fehlstellen zu vermeiden. Um die Herstellung eines Qualitätsproduktes sicherzustellen, sollte 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 legt ein Verfahren fest, mit dem die Fähigkeit des Herstellers ermittelt werden kann, das elektromagnetische Pulsschweißen zur Fertigung von Produkten mit festgelegter Qualität einzusetzen. Es legt spezifische Qualitätsanforderungen fest, weist diese Anforderungen aber keinem spezifischen Produkt bzw. keiner spezifischen Produktgruppe zu.

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).

EN 18007-1, *Elektromagnetisches Pulsschweißen — Teil 1: Schweißwissen, Terminologie und Begriffe*

EN 18007-3, *Elektromagnetisches Pulsschweißen — Teil 3: Qualifizierung der Bediener und Einrichter*

EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

EN ISO 20807, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung von Personal für eingeschränkte Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 18007-1.

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/>

4 Qualitätsanforderungen

4.1 Allgemeines

Diese Anforderungen beziehen sich nur auf die Aspekte der Produktqualität, die durch elektromagnetisches Pulsschweißen (EMPW, en: electromagnetic pulse welding) beeinflusst werden können.

4.2 Schweißpersonal

4.2.1 Allgemeines

Hersteller müssen für die Planung, Durchführung und Überwachung der elektromagnetischen Pulsschweißproduktion nach den festgelegten Anforderungen ausreichendes fachkundiges Personal zur Verfügung haben.

4.2.2 Bediener von Schweißeinrichtungen

Bediener von Schweißeinrichtungen müssen nach EN 18007-3 qualifiziert sein. Alle Qualifizierungsunterlagen müssen auf dem neuesten Stand gehalten werden.

4.3 Inspektions- und Prüfpersonal

4.3.1 Allgemeines

Die Hersteller müssen für die Planung, Durchführung und Überwachung der Inspektions- und Prüfabläufe der EMPW-Bauteil-Produktion nach den festgelegten Anforderungen ausreichendes und fachkundiges Personal zur Verfügung haben.

4.3.2 Personal für die zerstörungsfreie Prüfung und Sichtprüfung

Personal für die zerstörungsfreie Prüfung und die Sichtprüfung muss nach EN ISO 9712 oder EN ISO 20807 qualifiziert sein. Wenn der Einsatz eines Prüfverfahrens festgelegt wird, das derzeit nicht in diesen EN ISO-Normen enthalten ist, muss der Hersteller für die Entwicklung des Ausbildungsprogramms, der schriftlichen Praxis, der Prüfung und der praktischen Nachweise, die den Anforderungen dieser EN ISO-Norm(en) entsprechen, verantwortlich sein. Diese müssen das Personal befähigen, die geforderte Prüfung durchzuführen.

4.3.3 Personal für die zerstörende Prüfung

Personal, das zerstörende Prüfung durchführt, muss für diese Prüfverfahren ausgebildet sein.

4.4 Schweißeinrichtung

4.4.1 Eignung der Schweißeinrichtung

Die Schweißeinrichtung muss für die betreffende Anwendung geeignet sein. Schweißeinrichtungen müssen in der Lage sein, Schweißnähte herzustellen, die den in 4.8.4 festgelegten Abnahmekriterien entsprechen. Schweißeinrichtungen müssen in einem guten Zustand gehalten werden und müssen repariert oder angepasst werden, wenn ein Bediener, Prüfer oder eine Schweißaufsichtsperson Bedenken zum Leistungsvermögen der Einrichtung hinsichtlich eines zufriedenstellenden Betriebes hat.

4.4.2 Beschaffung einer Schweißeinrichtung

Nach der Installation einer neuen oder instandgesetzten Schweißeinrichtung müssen geeignete Prüfungen vorgenommen werden. Mit diesen Prüfungen muss die einwandfreie Funktion der Schweißeinrichtungen überprüft werden.

4.4.3 Reproduzierbarkeits- und Validierungsprüfungen für qualifizierte Schweißeinstellungen an Maschinen

Reproduzierbarkeitsprüfungen müssen durchgeführt werden, um zu zeigen, dass die Schweißeinrichtungen wiederholt Schweißnähte produzieren können, die den Abnahmekriterien in 4.8.4 entsprechen. Reproduzierbarkeitsprüfungen müssen durchgeführt werden, wenn einer der folgenden Vorgänge auftritt:

- nach der Installation einer neuen oder instandgesetzten Schweißeinrichtung,
- eine kritische Komponente der Schweißeinrichtung ist beschädigt, wird repariert oder ausgetauscht; oder nachdem die Schweißeinrichtung nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert,
- die Schweißeinrichtung wird in einer Weise entfernt oder bewegt, für die sie nicht gebaut ist,
- eine stationäre Schweißeinrichtung wird von einer Stelle zur anderen bewegt.

Die Reproduzierbarkeitsprüfung muss nach der für die Produktion an dieser Maschine verwendeten WPS (en: welding procedure specification) durchgeführt werden.

Es müssen mindestens 3 Prüfschweißungen ausgeführt und dokumentiert werden.

4.4.4 Wartung der Schweißeinrichtung

Der Hersteller muss einen dokumentierten Plan für die Wartung der Schweißeinrichtung haben. Der Plan muss Wartungsprüfungen an den Komponenten der Schweißeinrichtung sicherstellen, welche die in den entsprechenden WPS aufgeführten Einflussgrößen steuern. Der Wartungsplan darf sich auf die Punkte beschränken, die für die Herstellung von Schweißnähten, die die Qualitätsanforderungen dieses Dokumentes erfüllen, wesentlich sind.

Beispiele dafür sind:

- Zustand von Führungen und mechanisierten Vorrichtungen,
- Zustand von für den Betrieb der Schweißeinrichtung verwendeten Messgeräten und Messlehren,
- Zustand von Leitungen, Schläuchen, Anschlüssen,
- Zustand der Regel-/Steuersysteme in mechanisierten und/oder automatischen Schweißeinrichtungen,
- Zustand von Thermoelementen und anderen Temperaturmessgeräten,
- Zustand der Befestigungselemente, Spannvorrichtungen, Isolierungen und Einbauten.

Vor dem Schweißen müssen Befestigungselemente, Spannvorrichtungen und Einbauten, die mit den Werkstücken in Berührung kommen, sauber und ausreichend frei von Verunreinigungen (zum Beispiel Öl, Schmierfett und Schmutz) sein, die schädliche Auswirkungen auf die Schweißnaht haben könnten. Defekte Schweißeinrichtungen dürfen nicht verwendet werden.

4.4.5 Werkzeug für das elektromagnetische Pulsschweißen

4.4.5.1 Kennzeichnung

Das für die Produktion verwendete Werkzeug (Spule, Feldformer und Befestigungselemente) muss dauerhaft mit seiner Zeichnungs- oder Teilenummer gekennzeichnet werden.

4.4.5.2 Prüfung des Werkzeuges

Das Werkzeug für das elektromagnetische Pulsschweißen (Spule, Feldformer und Befestigungselemente) muss vor Schweißbeginn ausreichend frei von Verunreinigungen (z. B. Öl, Schmierfett oder Schmutz) sein, die schädliche Auswirkungen auf die Qualität der Schweißnaht haben könnten. Die korrekte Werkzeuggeometrie ist für das Herstellen einer einwandfreien Schweißnaht entscheidend. Da sich das Werkzeug bei Gebrauch abnutzt, muss es in angemessenen Abständen und nach einem schriftlichen Prüfplan auf Abnutzung untersucht werden.

Der Hersteller muss die Nutzungsdauer des EMPW-Werkzeuges, d. h. Höchstanzahl an Schweißungen bei einer bestimmten maximalen Stromamplitude, bestimmen, die in die WPS eingetragen werden muss.

4.5 Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification)

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die WPS in der Produktion richtig umgesetzt wird. Siehe EN 18007-4.

4.6 Fugenvorbereitung vor dem Schweißen und Montagehilfe

4.6.1 Fugenvorbereitung

Die Stoßfläche muss entsprechend der WPS vorbereitet werden.

4.6.2 Reinigung vor dem Schweißen

Das Reinigen vor dem Schweißen muss entsprechend der WPS erfolgen. Der Grundwerkstoff muss ausreichend frei von Oberflächenoxiden, Schutzschichten, Klebstoffen, Ölen, Schmierstoffen, Schmutz und jeder anderen Art von Verunreinigung sein, die schädliche Auswirkungen auf die Schweißnaht haben könnten.

4.7 Schweißen

Alle Schweißungen müssen nach einer qualifizierten WPS ausgeführt werden.

4.8 Inspektion und Prüfung

4.8.1 Allgemeines

Ort und Häufigkeit der durchzuführenden Inspektionen und Prüfungen hängen von der Produktnorm und der Konstruktionsart ab. Die nachfolgend angeführten Prüfnormen sind für das elektromagnetische Pulsschweißen nicht spezifisch. Bei Anwendung auf elektromagnetisches Pulsschweißen können Abweichungen erforderlich sein.

4.8.2 Inspektion und Prüfung vor dem Schweißen

Vor dem Beginn des Schweißens muss Folgendes verifiziert werden:

- Anwendbarkeit und Gültigkeit der Prüfbescheinigung des Bedieners,
- Anwendbarkeit der WPS,
- Legierung und Wärmebehandlungszustand des Grundwerkstoffes und des Flyer-Werkstoffes,
- Fugenvorbereitung (zum Beispiel Form und Maße),
- Montagehilfe für die Verbindung, Spannvorrichtung und Tacking,
- Schweißparameter, die entsprechend der WPS eingestellt sind.

4.8.3 Überwachung und Prüfung während des Schweißens

Während des Schweißens muss die Schweißreihenfolge in geeigneten Zeitabständen geprüft oder kontinuierlich überwacht werden.

4.8.4 Überwachung und Prüfung nach dem Schweißen und Abnahmekriterien

4.8.4.1 Allgemeines

Die erforderlichen Prüfungen und Abnahmekriterien müssen vor Beginn der Produktion festgelegt werden. Die Übereinstimmung mit den relevanten Anwendungsnormen oder relevanten Anforderungen muss überprüft werden.

Die nachfolgenden Beispiele für Konformitätsverfahren sind in EN 18007-4:2024, Anhang A, detailliert angegeben:

- Sichtprüfung,
- zerstörungsfreie Prüfung,
- zerstörende Prüfung,
- Art, Form und Maße des Schweißstückes,