

DER PRAKTIKER

DVS

9

Fachmagazin für Schweißtechnik und mehr

2026



BOLZENSCHWEIßEN

www.bolte.gmbh

**FÜR DIE PERFEKTE QUALITÄT
IHRER BOLZENSCHWEIß-
VERBINDUNGEN.**



ÜBERARBEITETE NORM FÜR DAS LICHTBOGENBOLZENSCHWEISSEN

Weniger Prozessgrenzen, klarere Qualifizierungsregeln

Rainer Trillmich

Die Neuauflage der DIN EN ISO 14555 ist deutlich schlanker als ihre Vorgängerin und trägt der Entwicklung moderner Bolzenschweißtechnik Rechnung. Sie verzichtet weitgehend auf die bisherige Unterscheidung nach Prozessvarianten, vereinfacht die Qualifizierung von Bedienern und präzisiert die Anforderungen an Prüfung, Überwachung und den Umgang mit nicht konformen Schweißungen. Der Beitrag stellt die wesentlichen Änderungen vor und erläutert ihre Bedeutung für die Praxis.

Die DIN EN ISO 14555:2026-01 [1] ist nun in der fünften Ausgabe erschienen. Nach der DIN 8563 Teil 10 folgten die Ausgaben von 1998, 2006, 2014 und 2017. Im Anwendungsbereich heißt es: „Dieses Dokument gilt für das Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen unter ruhender und Ermüdungsbeanspruchung. Dieses Dokument legt die besonderen Anforderungen beim Bolzenschweißen in Bezug auf das schweißtechnische Fachwissen, die Qualitätsanforderungen, die Schweißanweisung, die Qualifizierung des Schweißverfahrens, die Bedienerprüfung und die Prüfung von Fertigungsschweißungen fest.“

Mit 50 Seiten ist die aktuelle Ausgabe deutlich kürzer als die 75 Seiten umfassende Vorgängerausgabe – eine Besonderheit in der Welt der technischen Normen. Im Folgenden werden die wesentlichen Änderungen und ihre Hintergründe dargestellt.

Keine Unterscheidung nach Prozessvarianten

Bei der Qualifizierung einer vorläufigen Schweißanweisung (pWPS) wird nicht mehr zwischen den verschiedenen Schweißprozessvarianten unterschieden. Die meisten Anwender kennen das klassische Bolzenschweißen mit Keramikring unter Schutzgas bei Bolzen bis 25 mm Durchmesser (783), daneben das Kurzzeitbolzenschweißen mit Hubzündung (784) und das Bolzenschweißen mit Spitzenzündung (786) (Prozessnummern nach ISO 4063).

Für jeden Prozess waren unterschiedliche Prüfumfänge vorgesehen. Das Kurzzeitbolzenschweißen mit Hubzündung wurde in den 1980er-Jahren, ausgehend von Forschungsarbeiten an der SLV München als „Kurzzeitbolzenschweißen mit Hubzündung“ eingeführt und bekam die Prozessnummer 784.

Aktuelle Geräte decken einen Schweißzeitbereich von wenigen Millisekunden bis 1000 ms oder mehr lückenlos ab. Die in der Norm festgelegte Abgrenzung zwischen den Prozessen 783 und 784 blieb jedoch bestehen. Dadurch entstand mitunter die kuriose Situation, dass bei einer eingestellten Schweißzeit von 99 ms der Prozess 784 relevant war, während bei 101 ms bereits die Regeln für den Prozess 783 anzuwenden waren.

Zudem war festgelegt, dass bei Schweißzeiten über 100 ms, also beim Prozess 783, entweder ein Keramikring oder Schutzgas als Schweißbadschutz zu verwenden ist. Eine bei 120 ms ohne Schweißbadschutz ausgeführte Schweißung ließ sich daher keinem genormten Prozess zuordnen.

Die Prozessnummer 784 hatte daher bereits seit längerem ihre Berechtigung verloren. Bolzen werden zwar weiterhin mit Schweißzeiten unter 100 ms aufgeschweißt. Als typische Merkmale des Kurzzeitbolzenschweißens gelten jedoch meist die Verwendung von Flanschbolzen und der Verzicht auf einen Schweißbadschutz. Beides ist nicht zwingend erforderlich. Normative Vorgaben sollten den Anwender daher nicht unnötig einschränken. Unter welchen Bedingungen geschweißt wird, kann er grundsätzlich selbst festlegen. Die Eignung des gewählten Verfahrens ist jedoch, sofern erforderlich, durch eine Qualifizierung nachzuweisen.

Die moderne Gerätetechnik bei Hubzündungsgeräten ermöglicht auch Schweißzeiten unter 5 ms. Hier kommen wir in den Bereich des



Bild 1: Schweißwulst nicht geschlossen
(© Trillmich)

Bolzenschweißens mit Spitzenzündung (786). Eine scharfe Unterscheidung wird damit immer weniger sinnvoll, zumal in beiden Prozessen Flanschbolzen üblich sind.

Die logische Konsequenz

Tabelle 1, in der Anzahl und Untersuchung der Prüfstücke festgelegt sind, enthält nun alle relevanten Kombinationen. Unterschieden wird nach folgenden Kriterien:

- Gelb gekennzeichnet: Anwendung bei Temperaturen unter 100 °C, etwa im Stahl-, Fahrzeug- und Schiffbau, sowie bei Temperaturen über 100 °C, beispielsweise bei Bolzen im Heißbereich von Verbrennungsanlagen. Diese Unterscheidung bestand bereits bisher.
- Grün gekennzeichnet: Stufe der Qualitätsanforderungen nach ISO 3834-2, -3 oder -4. Auch diese Einteilung bleibt unverändert.
- Rot gekennzeichnet: Schweißen mit oder ohne Schweißbadschutz.
- Blau gekennzeichnet: Bolzendurchmesser bis 12 mm und über 12 mm. Auch diese Unterscheidung bestand bereits bisher.

Die bisherigen Tabellen „Kurzzeit-Bolzenschweißen“ und „Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen“ sind entfallen. Den Auswirkungen unterschiedlicher Schweißzeiten auf die Eigenschaften der Fügezone wird jedoch weiterhin Rechnung getragen. Dafür gelten bei Schweißzeiten bis 10 ms, bis 100 ms und über 100 ms unterschiedliche Geltungsbereiche der Qualifizierung (siehe Abschnitt 10.2.8.4 der Norm).

Dies betrifft insbesondere ungleichartige Schweißverbindungen, beispielsweise einen nichtrostenden Bolzen, der auf Baustahl geschweißt wird. Dabei entsteht in der Fügezone Martensit, wie sich aus dem Schaeffler-Diagramm ableiten lässt. Dessen Anteil nimmt mit zunehmender Schweißzeit zu. Bei Schweißzeiten unter 10 ms tritt dieser Effekt praktisch nicht auf. Bis 100 ms bleiben die Martensitanteile gering und wirken sich nicht nachteilig aus.

Bei einer festgelegten Schweißzeit über 100 ms gilt eine Qualifikation für gleichartige Werkstoffe bis zu einem Bolzendurchmesser von 13 mm nicht wechselseitig. Ungleichartige



Bild 3: Ohne Schweißbadschutz geschweißt, Durchmesser 10 mm. Der Aluminiumzusatz an der Spitze verbessert das Ergebnis deutlich. (© Trillmich)

Werkstoffverbindungen müssen in diesem Fall separat qualifiziert werden.

Ähnliches gilt für den Geltungsbereich hinsichtlich der Schweißposition. Bei Schweißzeiten unter 100 ms schließt die Qualifizierung in einer Schweißposition alle anderen Schweißpositionen ein. Bei längeren Schweißzeiten gilt die PC-Position an einer senkrechten Wand als die anspruchsvollste. Kommt sie in der Produktion vor, muss sie qualifiziert werden; diese Qualifizierung schließt dann alle anderen Schweißpositionen ein.

Informative Anhänge größtenteils entfernt

Die informativen Anhänge A.1 und A.2 sowie die Tabellen A.2 bis A.4 sind ebenfalls entfallen. Sie vermittelten nach Art eines Lehrbuchs Fachwissen über die fachgerechte Durchführung des Bolzenschweißens.

Bei der Überführung der früheren DIN 8563 Teil 10 in die EN ISO 14555 waren Prüfungen, Bewertungen und schweißtechnisches Fachwissen noch miteinander vermisch. Das französische Normungsinstitut AFNOR hatte damals darauf hingewiesen, dass Normen keine Lehrbücher seien, sondern lediglich die Untersuchung der Prüfstücke und die zugehörigen Annahmekriterien festlegen sollten. Als Kompromiss wurde der Lehrbuchteil in einen informativen Anhang übernommen.

Inzwischen stehen seit vielen Jahren ein DVS-Fachbuch [2], zahlreiche Herstellerbroschüren und weiteres Informationsmaterial, auch im

Internet, zur Verfügung. Daher war es folgerichtig, diesen Teil zu entfernen, zumal er über Jahre nicht aktualisiert worden war. Relevante Inhalte sollen künftig in die Merkblätter DVS 0901 bis 0904 übernommen werden.

Entfallen sind auch die Tabellen A.5 bis A.7, die durch ihre Nennung in Abschnitt 12.2 zu den Annahmekriterien für die Sichtprüfung normativen Charakter hatten. Anhand von Strichzeichnungen wurde darin zwischen konformen



Bild 2: Einwandfreier Schweißwulst, geschweißt mit Keramikring (© Trillmich)

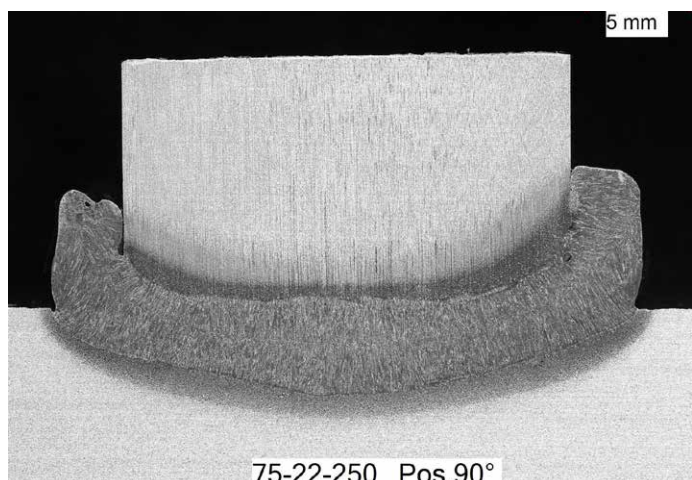


Bild 4: Makroschliff einer einwandfreien Bolzenschweißung mit Keramikring
(© Trillmich)

geeignet sind. Die unvermeidbaren Kerben im Bereich des Schweißwulstes würden stets zu Anzeigen führen, ohne dass daraus verlässlich auf Unregelmäßigkeiten in der Schweißung geschlossen werden könnte (**Bild 4**).

Vereinfachung bei der Qualifizierung

Eine Erleichterung enthält Abschnitt 6.1: Bediener können nun auch anhand einer Arbeitsprobe qualifiziert werden, deren Umfang dort festgelegt ist. Bisher war dafür eine Verfahrensprüfung erforderlich.

Der Bediener muss eine WPS umsetzen und das Schweißergebnis visuell beurteilen können. Der Nachweis ausreichender Fachkunde bleibt jedoch erforderlich. Dazu zählen unter anderem Kenntnisse über die Blaswirkung, die richtige Haltung der Schweißpistole, das korrekte Anbringen der Masseklemmen sowie die sachgerechte Bedienung der Schweißeinrichtung. Eine Verfahrensprüfung geht über diese Anforderungen deutlich hinaus (**Bild 5**).

und nicht konformen Schweißergebnissen unterschieden. In der Praxis führte dies immer wieder zu negativen Bewertungen durch Überwachungspersonal mit geringer Erfahrung in der Bolzenschweißtechnik, wenn das Erscheinungsbild einer Schweißung nicht exakt mit der jeweiligen Abbildung übereinstimmte.

Damit ist das Annahmekriterium für einen erfahrenen Anwender ausreichend beschrieben. Ergänzend wurde in Abschnitt 6.2 folgender Satz aufgenommen: „Externes Überwachungspersonal muss Kenntnisse und Erfahrung im maßgebenden Bolzenschweißprozess haben.“

Für die Sichtprüfung enthält die aktuelle Normausgabe folgende Anforderungen: Im Allgemeinen bildet sich um den Bolzen ein Schweißwulst (**Bilder 1, 2 und 3**) oder ein Spritzerkranz aus Schmelze, die beim Herstellen der Verbindung aus der Schweißzone herausgedrückt wird. Der Schweißwulst beziehungsweise Spritzerkranz muss den Bolzenschaft vollständig und ohne Hinterschneidung über 360° umschließen. Eine Verringerung des Nenndurchmessers des Bolzens ist nicht zulässig.

Gerade bei der Sichtprüfung kommt es Erfahrungsgemäß immer wieder zu Fehlurteilen, wenn Kenntnisse und Erfahrung im Bolzenschweißen nicht ausreichend sind.

Entfallen ist auch die bisher in Abschnitt 11.5 geregelte Drehmomentprüfung. Sie war 1994 auf Wunsch der französischen Automobilindustrie aufgenommen worden, konnte sich in der Praxis jedoch kaum durchsetzen. Auch ihre Aussagekraft wurde in Fachkreisen als gering eingeschätzt.

Bei Verwendung eines Schweißbadschutzes ist die Oberfläche des Schweißwulstes glatt und glänzend. Zudem darf das Schweißbad das Werkstück nicht vollständig durchdringen und zu einer Tropfenbildung führen.

In Abschnitt 11.1 wird nun ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Prüfverfahren MT (Magnetpulverprüfung) und PT (Farbeindringprüfung) für Bolzenschweißungen nicht

Die Bedienerprüfung kann mit einem beliebigen Bolzendurchmesser durchgeführt werden und gilt anschließend für alle Bolzendurchmesser. Sie ist zudem nicht auf das bei der Prüfung verwendete Bolzenschweißgerät beschränkt, sondern gilt auch für andere Geräte mit derselben Art der Parametereingabe. Ein Wechsel des Schweißbadschutzes erfordert grundsätzlich eine neue Prüfung. Davon ausgenommen ist der Wechsel vom Schweißen ohne Schweißbadschutz zum Schweißen unter Schutzgas.

Umgang mit nicht konformen Schweißungen

Bisher war in Abschnitt 14.7 festgelegt, dass Fehlstellen durch einen geeigneten Schweißprozess, beispielsweise durch Metall-Aktivgasschweißen (MAG), geschlossen werden dürfen. Eine Obergrenze für die Anzahl der auf diese Weise reparierten Bolzen war jedoch nicht vorgesehen.

Aufgrund festgestellter Reparaturschweißungen im Straßenverbundbrückenbau wurde das ARS 18/2019 [3] herausgegeben. Danach waren Reparaturschweißungen in Bereichen mit hoher Ermüdungsbeanspruchung nicht mehr zulässig. Nicht konforme Bolzen mussten entfernt und anschließend neu aufgeschweißt werden.



Bild 5: Prüfstück der Bedienerprüfung nach 6.1, erster Absatz (© Trillmich)

Hintergrund ist die EN 1994-1 [4] für den Verbundbau. Danach gelten die Bemessungsformeln nur, wenn zum Aufschweißen der Bolzen ein automatisches Schweißverfahren, also das Hubzündungsbolzenschweißen, angewendet wurde. Der Kerbfall solcher Bolzenschweißungen ist bekannt und bildet die Grundlage für die Bemessung auf Ermüdung. Für reparierte Bolzen liegt dagegen bislang kein entsprechender Kerbfall vor.

Nach der Zurückziehung des ARS wurde diese Regelung in die ZTV-ING Teil 4 [5] übernommen. In ähnlicher Form findet sie sich nun auch in der DIN EN ISO 14555. Bolzen mit statischer oder geringer Ermüdungsbeanspruchung dürfen weiterhin repariert werden, Bolzen mit hoher Ermüdungsbeanspruchung dagegen nicht.

Der zulässige Anteil reparierter Bolzen ist zu vereinbaren. Nach den bisherigen Erfahrungen sollte er 10 % nicht überschreiten; örtliche Anhäufungen sind zu vermeiden. Treten Bolzen mit Fehlstellen gehäuft auf, sollte die Schweißaufsicht eingreifen und geeignete Abhilfemaßnahmen veranlassen.

Zusammenfassung

Die Neuausgabe der DIN EN ISO 14555 wendet sich an Fachleute von Herstellern und Überwachungsorganisationen. Sie spiegelt den aktuellen Stand der Bolzenschweißtechnik wider.

Ist die „100 ms-Grenze“ wirklich vollständig bedeutungslos geworden?

Der Geltungsbereich der Qualifizierung hinsichtlich der verwendeten Werkstoffe hängt nach den Abschnitten 10.2.8.4 und 10.2.8.5 der Norm von der Schweißzeit ab. Je kürzer die Schweißzeit ist, desto geringer ist die Vermischung von Bolzen- und

Grundwerkstoff. Bei ungleichartigen Werkstoffverbindungen, dem sogenannten Schwarz-Weiß-Schweißen, entsteht grundsätzlich Martensit in der Fügezone. Bei Schweißzeiten unter 100 ms ist dies nach den bisherigen Erfahrungen jedoch gut beherrschbar. Unterhalb von 10 ms, also im Bereich des Kondensatorentladungs-Bolzenschweißens, entsteht kaum ein Mischgefüge mit ungünstigen Eigenschaften. Die festgelegte Schweißzeit hat somit weiterhin Einfluss auf den werkstoffbezogenen Geltungsbereich der Qualifizierung.

Auch hinsichtlich der Schweißposition finden sich die bisherigen Regelungen in veränderter Form wieder. Bei Schweißzeiten über 100 ms ist in der Schweißposition PC mit einem mehr oder weniger starken Absacken des Schmelzbades zu rechnen. Die PC-Position gilt daher als die anspruchsvollste Schweißposition und muss separat qualifiziert werden. Diese Qualifizierung schließt anschließend alle anderen Schweißpositionen ein.

Wie geht man bei der Kalibrierung von Bolzenschweißgeräten vor, die einen großen Schweißzeitbereich umfassen? Beispiel: von 5 bis 1500 ms, wenn der Bereich unter 100 ms im Betrieb nicht genutzt wird und auch nicht qualifiziert ist.

Die ISO 17662:2025 weist in Kapitel 13 zum Bolzenschweißen darauf hin, dass bei der Kalibrierung insbesondere der im Betrieb qualifizierte Schweißzeitbereich berücksichtigt werden kann. Grundsätzlich werden die Minimal- und Maximalwerte sowie ein Wert etwa in der Mitte des Einstellbereichs für die Parameter Strom, Zeit und Hub geprüft.

Schweißt ein Stahlbaubetrieb beispielsweise Kopfbolzen mit Durchmessern zwischen 10 und

25 mm und lässt sich die Stromquelle auf einen unteren Schweißzeitwert von 20 ms einstellen, wird die Schweißpistole unter diesen Bedingungen kaum eine Schweißung ausführen können. In diesem Fall empfiehlt es sich, als unteren Prüfwert eine Schweißzeit zu wählen, die im Betrieb praktisch eingesetzt werden kann, und dies im Kalibrierprotokoll zu vermerken.

Ebenso wenig sinnvoll wäre es, bei einem Betrieb, der ausschließlich mit Schweißzeiten bis 100 ms und entsprechend kleinen Bolzen arbeitet, die maximal einstellbare Schweißzeit zu kalibrieren, nur weil sich die Stromquelle bis 1000 ms einstellen lässt.

Wie geht man mit Dokumenten um, in denen die Prozessnummern 783, 784 und 786 explizit genannt sind?

In der DIN EN ISO 4063:2023 sind diese Prozessnummern weiterhin enthalten, allerdings ohne nähere Definition (**Bild 6**).

Wie bereits dargestellt, hat die Prozessnummer 784 ihre ursprüngliche Bedeutung verloren. Bei einer künftigen Überarbeitung der Norm sollte sie daher in die Liste der historischen Prozesse verschoben werden. Eine entsprechende Einordnung wäre auch für die Prozessnummer 785 zu prüfen. In den USA wurde zwischen den verschiedenen Bolzenschweißprozessen ohnehin nie unterschieden. Wie auch aus der englischsprachigen Spalte der Norm hervorgeht, werden sie dort einheitlich als „arc stud welding“ bezeichnet.

Solange die DIN EN ISO 4063:2023 gültig ist, können die Prozessnummern weiterhin verwendet werden. In der Anwendungsnorm DIN EN ISO 14555 findet sich dazu jedoch kein entsprechender Bezug mehr. In künftigen Dokumenten, beispielsweise in Berichten über Verfahrensprüfungen oder in Bedienerprüfungsbescheinigungen, sollte daher nur noch die Bezeichnung „Bolzenschweißen (78)“ verwendet werden. Der jeweilige Geltungsbereich ist dann anhand der maßgebenden Kriterien zu beschreiben. Dazu zählen die Qualitätsanforderungen, der Schweißbadschutz, der Bolzendurchmesser, die Anwendungstemperatur und die Werkstoffgruppe des Bolzens.

78	Bolzenschweißen
783	Hubzündungs-Bolzenschweißen
784	Kurzzeit-Bolzenschweißen mit Hubzündung
785	Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Hubzündung
786	Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung

Bild 6: Prozessnummern aus der DIN EN ISO 4063:2023. (© Trillmich)

Tabelle 1: Untersuchung und Prüfung von Prüfstücken (ohne Kesselbestiftung); die Bildnummern beziehen sich auf die Norm (© Trillmich)

Art der Prüfung	Untersuchung und Prüfung von mit Schweißbadschutz geschweißten Prüfstücken				Untersuchung und Prüfung von ohne Schweißbadschutz geschweißten Prüfstücken		
	Anzahl der zu prüfenden Bolzen						
	Anwendung $\leq 100^{\circ}\text{C}$ Umfassende Qualitätsanforderungen nach ISO3834-2		Anwendung $\leq 100^{\circ}\text{C}$ Standard- und elementare Qualitätsanforderungen nach ISO3834-3 und ISO3834-4		Anwendung $\leq 100^{\circ}\text{C}$ Umfassende Qualitätsanforderungen nach ISO3834-2	Anwendung $\leq 100^{\circ}\text{C}$ Standard- und elementare Qualitätsanforderungen nach ISO3834-3 und ISO3834-4	
	$d_w \leq 12\text{ mm}$	$d_w > 12\text{ mm}$	$d_w \leq 12\text{ mm}$	$d_w > 12\text{ mm}$	Alle Durchmesser (d_w)	Alle Durchmesser (d_w)	
Sichtprüfung	alle						
Biegeprüfung [siehe Bild2a), Bild2b) oder Bild2c)]	10 (60° Biegewinkel)	5 (60° Biegewinkel)	10 (60° Biegewinkel)	5 (30° Biegewinkel)	20 (60° Biegewinkel)	10 (30° Biegewinkel)	
Zugprüfung (siehe Bild4 oder Bild5)	—	5	—	—	10	—	
Durchstrahlungs- prüfung	nicht anzuwenden	5 (optional statt Zugprüfung)	—	—	—	—	
Makroschliff (90° versetzt durch Bolzenmitte)	—	2	—	2	—	—	
Gesamtanzahl der zu prüfenden Bolzen	10	12	10	12	5	30	10

i

Warum brauchen wir die 100 ms-Grenze nicht mehr?

Die historisch verwendete Grenze von 100 ms beim Hubzündungs-Bolzenschweißen beruht nicht auf prozessphysikalischen oder metallurgischen Zusammenhängen. Sie geht vielmehr auf die Eigenschaften der früher eingesetzten mechanischen Leistungsschalter zurück.

In der Anfangszeit der Bolzenschweißtechnik wurde der Schweißstrom über elektromagnetische Schütze geschaltet. Die tatsächliche Stromeinwirkzeit ergab sich aus der Ansteuerdauer der Spule. Beeinflusst wurde sie durch zeitliche Streuungen, etwa bei den Anzugs- und Abfallzeiten des Ankers, durch Kontaktprellen sowie durch betriebsbedingte Faktoren wie Spannung, Temperatur und Kontaktzustand. Diese Abweichungen lagen typischerweise im Bereich mehrerer Millisekunden.

Bei langen Schweißzeiten war der relative Einfluss dieser zeitlichen Unsicherheiten gering. Mit abnehmender Schweißzeit nahm die relative Abweichung der tatsächlichen Stromeinwirkzeit jedoch deutlich zu. Unterhalb von etwa 100 ms ließ sich die für industrielle Anwendungen erforderliche Reproduzierbarkeit mit rein mechanischer Schalttechnik kaum noch sicherstellen. Daher etablierte sich in der Praxis eine Mindestschweißzeit von etwa 100 ms. Diese Grenze wurde später auch zur Abgrenzung zwischen den Prozessen 783 und 784 herangezogen.

Mit der Einführung elektronischer Leistungsschalter, zunächst auf Basis der Thyristor- und später der Invertertechnik, entfielen die durch mechanische Trägheit und Kontaktvorgänge verursachten zeitlichen Streuungen weitgehend. Moderne Geräte ermöglichen auch bei deutlich kürzeren Schweißzeiten eine reproduzierbare Stromsteuerung. Aus technischer Sicht besteht daher keine Notwendigkeit mehr für eine prozessbezogene Abgrenzung bei 100 ms (Bild 7).

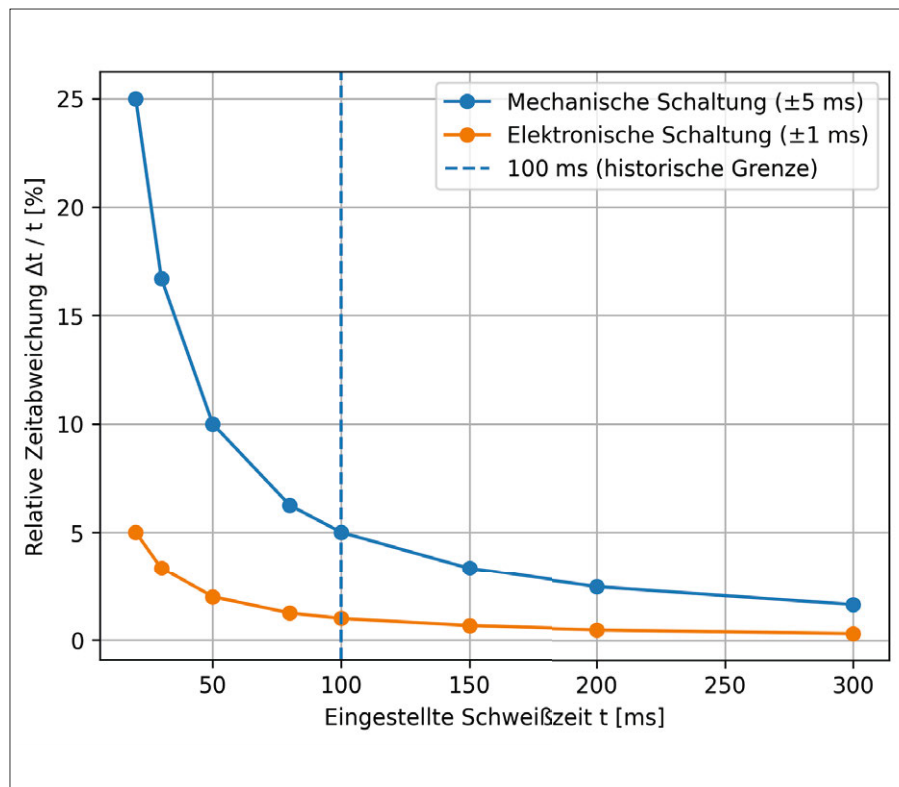


Bild 7: Einfluss der Schaltzeitstreuung auf die effektive Schweißzeit. (© Trillmich)

Fehlerhinweis

Bei den Anforderungen an den Biegewinkel von Bolzen, die ohne Schweißbadschutz geschweißt wurden, besteht ein Widerspruch. Für Qualitätsanforderungen nach ISO 3834-3 werden in der letzten Spalte von **Tabelle 1** lediglich 30° gefordert. Abschnitt 11.3 a) nennt dagegen einen Biegewinkel von 60°.

In der Praxis dürfte dieser Widerspruch nur selten relevant sein, da bei Qualitätsanforderungen oberhalb der elementaren Stufe nach ISO 3834-4 üblicherweise ein Schweißbadschutz verwendet wird. Der Verfasser empfiehlt, dem Wortlaut in Abschnitt 11.3 a) zu folgen und einen Biegewinkel von 60° anzuwenden. Dies entspricht der konservativeren Auslegung. ■



Dipl.-Ing. Rainer Trillmich (IWE)
Anwendungstechnik und
technische Beratung
Bolte GmbH
r.trillmich@bolte.gmbh

Literatur

- | | | |
|---|---|---|
| <p>[1] Schweißen – Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:2025); Deutsche Fassung EN ISO 14555:2025</p> <p>[2] Trillmich, Welz Bolzenschweißen, DVS-Fachbuch Band 133, DVS-Media</p> | <p>[3] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 18/2019 – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 26.8.2029</p> <p>[4] Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und</p> | <p>Anwendungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1994-1-1:2004 + AC:2009</p> <p>[5] Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten - ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 2 Stahlverbundbau, Ausgabe 2023-12</p> |
|---|---|---|

BOLZENSCHWEIßGERÄTE SERIE PRO-I / GD



- » BOLZENSCHWEISSEN MIT MODERNSTER INVERTERTECHNOLOGIE
- » LÜCKENLOSE FERTIGUNGSÜBERWACHUNG DURCH AUTOMATISIERTE ÜBERWACHUNG ALLER SCHWEISSPARAMETER
- » EXZELLENTES SCHWEISSQUALITÄT



www.bolte.gmbh





BOLTE

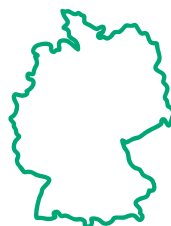


ALLES AUS EINER HAND:

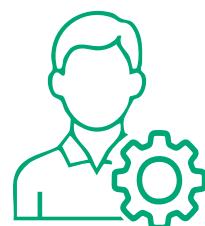
- » **SCHWEIßBOLZEN**
- » **KOPFBOLZEN**
- » **GERÄTETECHNIK**
- » **ANWENDUNGSBERATUNG**



**ZERTIFIZIERTE
QUALITÄT**



**MADE IN
GERMANY**



**LANGJÄHRIGE
ERFAHRUNG**