

DER PRAKTIKER

DVS

9

Fachmagazin für Schweißtechnik und mehr

2025



BOLZENSCHWEIßEN

www.bolte.gmbh

SERIE PRO-I / GD

- » LEISTUNGSSTARKE BOLZENSCHWEIßGERÄTE UND -PISTOLEN FÜR DAS BOLZENSCHWEIßEN MIT HUBZÜNDUNG
- » BOLZENSCHWEIßEN MIT MODERNSTER INVERTERTECHNOLOGIE
- » LÜCKENLOSE ÜBERWACHUNG UND DOKUMENTATION DES SCHWEIßPROZESSES



SONDERDRUCK

aus „DER PRAKTIKER“
Heft 9/2025

Nase vorn bei Effizienz und Nachhaltigkeit

Rainer Trillmich

BOLZENSCHWEISSTECHNIK IM WANDEL DER ZEIT

Nase vorn bei Effizienz und Nachhaltigkeit

Rainer Trillmich

Invertertechnik hat zu grundlegenden Verbesserungen beim Bolzenschweißen geführt: Sie ermöglicht eine präzise, schnelle Stromregelung, arbeitet deutlich energieeffizienter, und die Geräte sind kompakter sowie leichter als Trafogeräte mit Thyristorsteuerung. Geringerer Materialverbrauch, weniger Kühlbedarf und niedriger Stromverbrauch tragen zur Nachhaltigkeit bei. Auch bei kurzen Schweißzeiten bietet Invertertechnik stabile Ergebnisse – ideal für moderne, flexible Anwendungen.

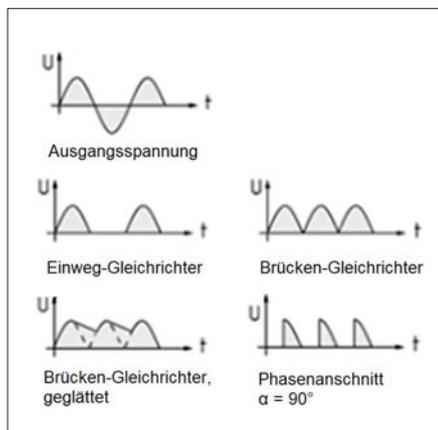


Bild 1: Gleichrichtereffekt bei thyristorisierten Schweißgeräten (©Trillmich)

In guter Erinnerung ist mir eine Unterrichtsstunde beim SFI-Lehrgang, in der der Dozent fragte, warum man überhaupt Schweißmaschinen braucht und nicht direkt die Schweißleistung aus dem Stromnetz beziehen könne. Zugegeben, eine etwas provozierende Frage an angehende Schweißfachingenieure, aber sie hilft, sich über Grundlegendes beim Schweißen klar zu werden. Auf diese Frage gibt es mehrere Antworten:

- ▶ Jeder, der mit elektrischer Energie umgeht, weiß, dass Spannungen ab einer bestimmten Größe für den Menschen gefährlich, ja tödlich sein können. Das ohmsche Gesetz sagt uns, dass die Spannung U einen Strom I durch einen elektrischen Widerstand R treibt: $I = U/R$. Der menschliche Körper stellt auch einen Widerstand dar, alle Muskeln werden durch kleine elektrische Ströme gesteuert. Fließt nun ein Strom durch den Körper, so verkrampfen Muskeln, das Herz, auch ein Muskel, kann aus dem Tritt geraten. Dazu genügen Ströme von einigen Milliampere. Im

Allgemeinen gelten Spannungen über etwa 50 V daher als gefährlich für Mensch und Tier. Die üblichen Netzspannungen liegen deutlich höher.

- ▶ Wichtiger, wenn wir uns auf die Schweißtechnik beschränken, ist aber der Umstand, dass bei vielen Schweißvorgängen, die auf Stromfluss basieren, betriebsmäßig Kurzschlüsse entstehen. Ein Kurzschluss stellt einen sehr kleinen Widerstand dar, der entsprechend hohe Ströme zur Folge hat. Daher werden übliche Netzstromkreise mit Sicherungen ausgerüstet, die auf jeden Fall bei einem Überstrom den Kreis unterbrechen. Das können wir beim Schweißen nicht gebrauchen.
- ▶ Beim Schweißen wollen wir die Möglichkeit haben, den Strom, der zusammen mit der Lichtbogenspannung die Schweißleistung

darstellt, in der Höhe variieren zu können. Also brauchen wir eine Schweißstromquelle, die den Netzstrom irgendwie nach unseren Wünschen verändern kann.

Vom Transformator zum Inverter

Die einfachste Art einer Schweißmaschine stellt ein Transformator dar. Die Netzspannung von z. B. 400 V (Primärseite) wird umgesetzt auf unter 100 V (Sekundärseite). Den Transformator gestaltet man so „weich“, dass die Kurzschlüsse auf der Sekundärseite nur sehr gedämpft auf die Primärseite wirken und im Normalbetrieb die Sicherung auf der Netzseite nicht auslöst. Anzapfungen stellen dem Schweißer unterschiedliche Sekundärspannungen zur Verfügung, die entsprechende Ströme hervorrufen.

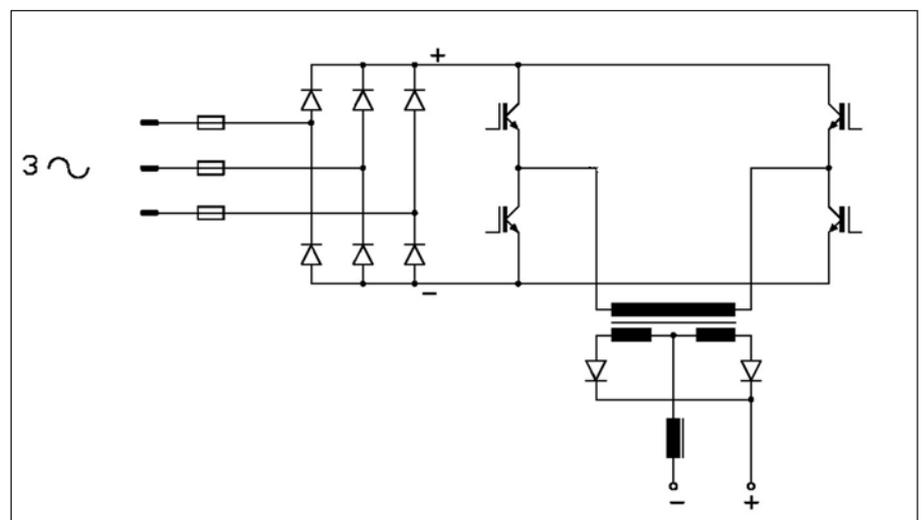


Bild 2: Prinzipschaltung einer Inverterstromquelle mit Drehstromeingang, Gleichrichterzwischenkreis und MOSFET-Halbleitern als schnelle Schalter, die den Strom in wechselnder Richtung und höherer Frequenz durch die Primärwicklung des Ausgangsstromtrafos schicken; erneute Gleichrichtung und Glättung hinter der Sekundärwicklung. (©Trillmich)

Tabelle 1: Auf einen Blick – Transistor- und Thyristortechnik im Vergleich

Merkmale (für 2600 A maximaler Ausgangsstrom)	20-kHz-Technik (Transistor)	50-Hz-Technik (Thyristor)
Gesamtmasse	102 kg (<i>Pro-I 2800</i>)	316 kg (<i>Pro-D 2800</i>)
Rohstoffeinsatz	gering	hoch
Belastung des Stromnetzes	mittel	hoch
Leerlaufleistung ca.	0,2 kVA	1,1 kVA
Regelgeschwindigkeit	hoch	niedrig
Eignung für Schweißung auf dünnen Blechen	hoch	mittel bis gering
Stromprogramme möglich	ja	nein
Geräuschentwicklung durch Transformator	keine	vorhanden
Verschmutzung aufgrund von Kühlung	gering	hoch
Betrieb an unterschiedlichen Netzspannungen	großer Spannungsbereich	eingeschränkt, feste Trafowicklungen nötig
Beispiel: Kopfbolzen 19 mm Ø, 1600 A, 0,8 s, Schweißleistung inklusive Kabelverluste 64 kVA		
Netzleistung	90 kVA	121 kVA
Wirkungsgrad	71 %	53 %
Energiebedarf von 1000 Schweißungen	20 kWh	27 kWh

Solche Schweißgeräte findet man heute nicht mehr in Fertigung oder Montage. Je kleiner die Ausgangsspannung ist, umso schwieriger ist das Zünden des Lichtbogens. Außerdem erlischt der Lichtbogen bei jedem Nulldurchgang des Stromes und muss wieder gezündet werden. Das gelingt nicht mit allen Elektrodentypen, viele können nur mit Gleichspannung verschweißt werden.

Die nächste Entwicklungsstufe war daher der Gleichrichter. Man kann Gleichstrom durch einen rotierenden Umformer erzeugen oder über Gleichrichterzellen. Rotierende Umformer

haben sehr gute Schweißigenschaften und lassen sich präzise stellen, sind aber groß und teuer. Sie sind auch nicht mehr in der Praxis anzutreffen. Feste Gleichrichter hinter einem Trafo mit Anzapfungen, zunächst mit Selen-, später mit Siliziumzellen, sind ebenfalls aus den Betrieben verschwunden.

Mit dem Aufkommen der Leistungselektronik in den 1980er Jahren begann der Siegeszug der thyristorisierten Schweißgeräte. Ein Thyristor ist ein Halbleiterschalter, der zu einem beliebigen Zeitpunkt des Stromflusses „gezündet“, das heißt leitend gemacht wird.

Hört der Stromfluss auf, sperrt er von selbst wieder. Er lässt Wechselstrom nur in einer Richtung durch (Gleichrichtereffekt). Das machte ihn zu einem beliebten Stellorgan zur Steuerung des Schweißstromes. Mehrere Thyristoren zusammen können nicht nur einen Drehstromgleichrichter bilden, sondern gleichzeitig durch „Phasenanschnitt“, d. h. Zünden des Thyristors zu einem bestimmten Winkel der Phase, den mittleren Strom verändern. Bei 0° Zündwinkel fließt der volle Strom, bei 180° überhaupt keiner. In **Bild 1** erkennt man deutlich die Welligkeit des Ausgangstromes mit 300 Hz (Arbeitsfrequenz wegen der

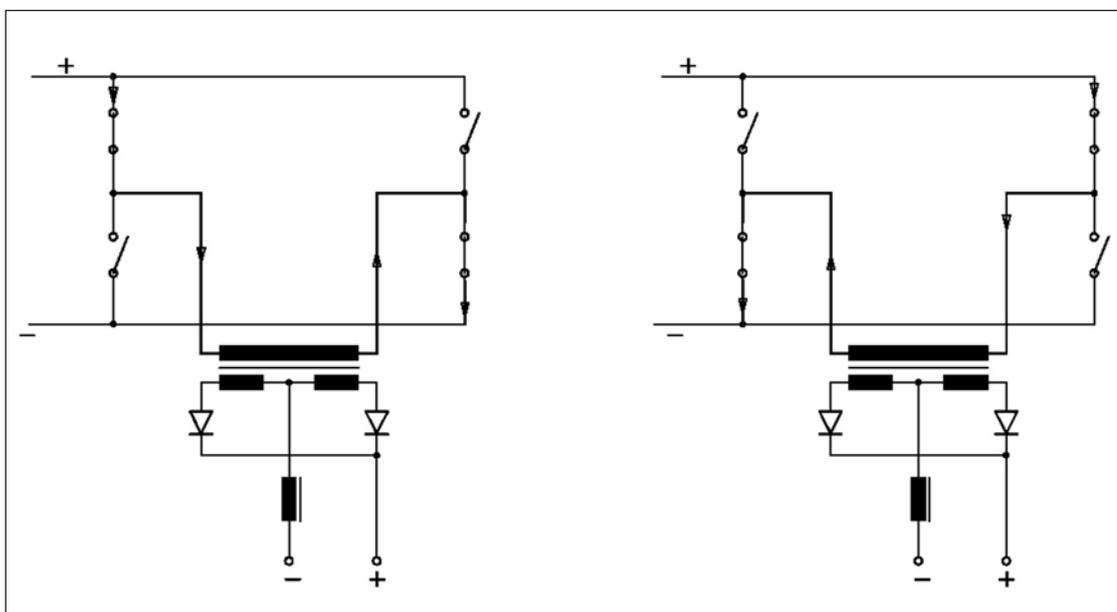


Bild 3: Hier wird dargestellt, wie durch die schnellen Schalter (hier schematisch gezeigt) aus der Gleichspannung eine Wechselspannung erzeugt wird. Im linken Bild fließt der Strom von links nach rechts durch die Primärwicklung, im rechten Bild umgekehrt. Durch die Änderung des Stromflusses wird eine den Windungsverhältnissen entsprechende Sekundärspannung erzeugt, die dann durch die beiden Dioden gleichgerichtet und zum Schweißen verwendet werden kann. (©Trillmich)

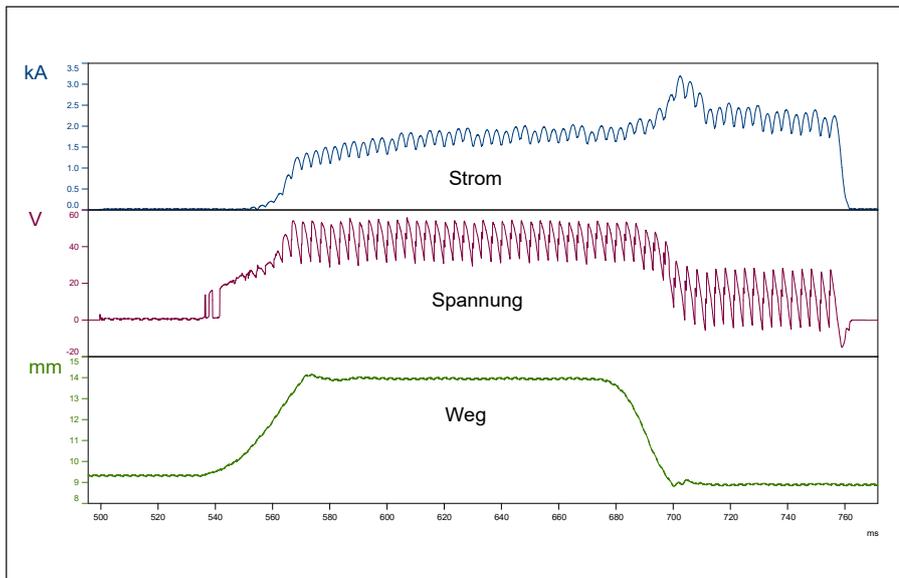


Bild 4: Bolzenschweißen mit einer Thyristorstromquelle: Bei einer Schweißzeit von 100 ms braucht die Stromquelle etwa die halbe Schweißzeit, um den Stromsollwert von 1920 A zu erreichen. (©Trillmich)

Gleichrichtung des Drehstromes), die zwar bei vollem Strom gering ist, aber mit abnehmendem Strom immer deutlicher wird. Eine Drossel, die den Stromfluss auch in den „Pausen“ aufrecht erhält, ist also erforderlich, damit der Lichtbogen einigermaßen stabil bleibt. Gerade beim Schweißen im unteren Leistungsbereich einer solchen Schweißmaschine pulsiert der Strom aber deutlich.

Einen Durchbruch für die Schweißtechnik brachten leistungsfähige Transistoren. Ein

Transistor ist ein Schalter, den man nicht nur zu einem beliebigen Zeitpunkt einschalten, sondern ebenso beliebig wieder sperren kann; ein klassischer Schalter also. Bei der netzgeführten Technik hätte ein Transistor keine Vorteile, die zeigen sich erst bei höherer Frequenz.

Wie können wir aber aus der Netzspannung mit 50 Hz nun eine viel höhere Frequenz gewinnen, dazu auch noch Gleichstrom, den wir ja beim Schweißen brauchen? **Bild 2** zeigt das Prinzip: Zunächst wird die Netzspannung mit

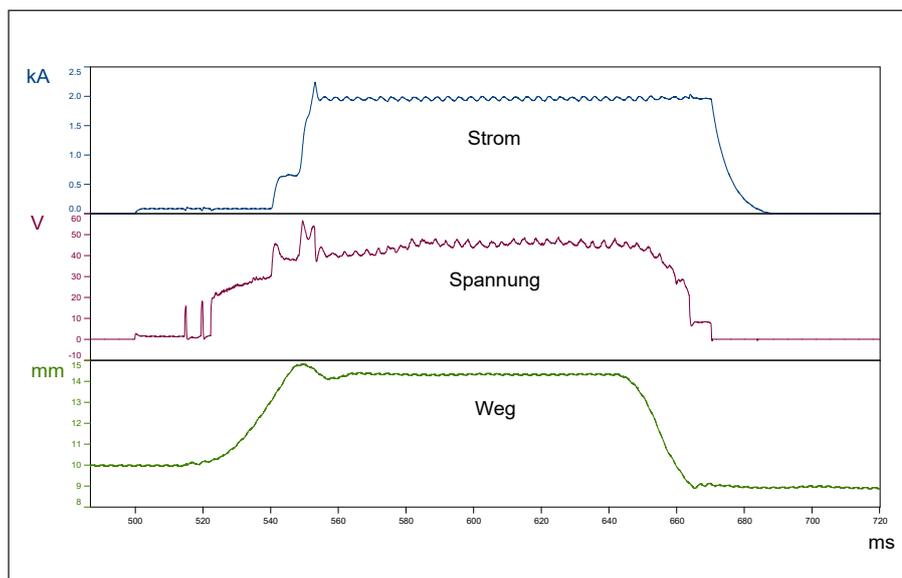


Bild 5: Bolzenschweißen mit einer Inverterstromquelle: Der Inverter erreicht schon nach etwa 10 ms den Stromsollwert von 1950 A. (©Trillmich)

einem ungesteuerten Gleichrichter in Gleichspannung verwandelt, bei 400 V Eingangsspannung erhalten wir eine Gleichspannung von etwa 560 V. Mit der können wir aber beim Schweißen nichts anfangen, wir brauchen deutlich geringere Werte. Allerdings kann man Gleichspannung mit einem Eisen/Kupfertransformator nicht transformieren. Wir machen also aus der Gleichspannung wieder Wechselspannung, aber dank der schnellen Transistoren (sogenannte IGBT) mit viel höherer Frequenz. Üblich sind in der Lichtbogenschweißtechnik Frequenzen im zweistelligen kHz-Bereich.

Bild 3 zeigt die Transistoren als Schalter, im linken und rechten Bild ändert sich jeweils die Stromrichtung. Diesen Wechselstrom mit z. B. 20 kHz Frequenz transformieren wir auf die gewünschte niedrige Schweißspannung. Bekanntlich sinkt die Baugröße eines Transformators mit der Frequenz drastisch; aus diesem Grund sind Inverterschweißgeräte viel kleiner und leichter als die alten Thyristormaschinen.

Um den Schweißstrom in der Höhe zu verändern, kommt auch hier wieder das Prinzip des Phasenanschnitts zum Einsatz. Die Welligkeit und die Lücken bei niedrigem Strom sind aber nun praktisch nicht mehr bemerkbar. In der Lichtbogenschweißtechnik, aber auch beim Widerstandsschweißen dominiert eindeutig die Invertertechnik wegen ihrer vorteilhaften Eigenschaften bei vernachlässigbaren Einschränkungen.

Die Nase vorn beim Bolzenschweißen

Wenden wir uns nun der Bolzenschweißtechnik zu. Deutlich später als beim MIG/MAG-, WIG- oder Lichtbogenhandschweißen kamen hier Inverter auf den Markt. Warum? Beim Bolzenschweißen braucht man deutlich höhere Ströme als bei den bereits genannten Prozessen, dafür geeignete schnelle Transistoren standen zunächst nicht zur Verfügung. Das hat sich aber in den letzten Jahren deutlich geändert; bis in die höchste Leistungsklasse, dem Schweißen von 25er-Kopfbolzen, kann der Anwender Inverter-Bolzenschweißgeräte einsetzen.

Warum hat nun gerade beim Bolzenschweißen der Inverter ganz klar die Nase vorn? Es gibt viele Gründe, einige werden am Prozessablauf

deutlich, wie beispielhaft der Vergleich einer Thyristormaschine (**Bild 4**) mit einer Invertermaschine (**Bild 5**) zeigt: Bei der kurzen vorgewählten Schweißzeit von 100 ms, braucht die Thyristorstromquelle etwa die halbe Schweißzeit, um den Sollwert zu erreichen. Je kürzer die gewünschte Schweißzeit ist, umso mehr weicht der effektive Strom vom vorgewählten ab.

Dem gegenüber erreicht der Inverter schon nach etwa 10 ms den Sollwert. Gerade Kurzzeitbolzenschweißen kleiner Bolzendurchmesser auf dünne Bleche lässt sich deshalb ohne viel Probieren erledigen. Ein großes Inverterbolzenschweißgerät ist für alle Verfahrensvarianten des Hubzündungsbolzenschweißen und alle Durchmesser von 3 bis 25 mm hervorragend geeignet. Strom und Spannung haben deutlich geringere Welligkeiten, wie die **Bilder 6 und 7** zeigen.

Transistor- und Thyristortechnik im Vergleich

Tabelle 1 vergleicht die Merkmale von Transistor- und Thyristortechnik. Betrachten wir die Einzelheiten:

- ▶ Ein Invertergerät lässt sich leicht, meistens in einem Kombi-Pkw, transportieren und oft durch Muskelkraft ein- und ausladen. Für ein Thyristorgerät braucht es mindestens einen Transporter, Ein- und Ausladen gehen nur mit Gabelstapler oder Kran.
- ▶ Ein Thyristorgerät enthält viele wertvolle Rohstoffe wie Kupfer und Trafobleche, die den größten Teil der Masse darstellen. Der ökologische Fußabdruck ist deutlich

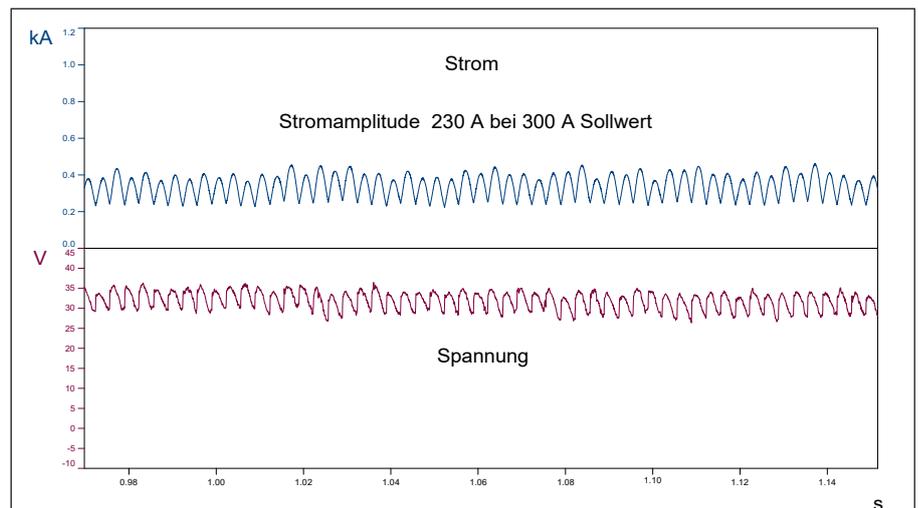


Bild 6: Bolzenschweißen mit einer Thyristorstromquelle: Bei einem Sollwert von 300 A beträgt die Schwingungsbreite etwa 230 A. (©Trillmich)

größer als beim Inverter. Die Öko-Design-Richtlinie der EU (2019/1784) fordert von Schweißgeräten eine hohe Effizienz, die sich mit Trafogeräten nicht erreichen lässt. Bolzenschweißgeräte sind darin zwar noch ausgeschlossen, aber wie lange noch?

- ▶ Beim Schweißen von 25er-Kopfbolzen kann man einen Inverter bei geringer Schweißfolge auch an einem 63-A-Anschluss betreiben, ein Thyristorgerät nicht, das braucht dafür mindestens 80 A, also eine Steckdose von 125 A. Größere Betriebe verfügen zwar über 63-A-Steckdosen, 125-A-Dosen sind aber selten und teuer. Ein großes Thyristorgerät kann daher kaum an wechselnden Arbeitsplätzen verwendet werden.
- ▶ Invertergeräte verwandeln deutlich mehr der zugeführten Energie in Schweiß-

leistung als Thyristorgeräte. Der große und schwere Transformator ist die Ursache der Verluste.

- ▶ Weil Thyristorgeräte den Strom nur im Takt der Netzfrequenz schrittweise anpassen können, erreichen sie bei kurzen Schweißzeiten entweder nicht den Sollwert (Stromregelung „von unten“) oder sie „überschießen“ ihn (Stromregelung „von oben“). Das Schweißen von im Verhältnis zur Maximalleistung kleinen Bolzen ist sehr schwierig, ebenso das Schweißen von relativ dicken Bolzen auf dünne Bleche. Das sind Aufgaben, die ein Inverter spielend bewältigt.
- ▶ Die Betriebskosten eines Gerätes sind gerade heutzutage ein wichtiger Faktor. Der Transformator eines großen Bolzenschweißgerätes hat schon im



BOLZENSCHWEIßGERÄTE SERIE PRO-I / GD

- » BOLZENSCHWEIßEN MIT MODERNSTER INVERTERTECHNOLOGIE
- » LÜCKENLOSE ÜBERWACHUNG UND DOKUMENTATION DES SCHWEIßPROZESSES



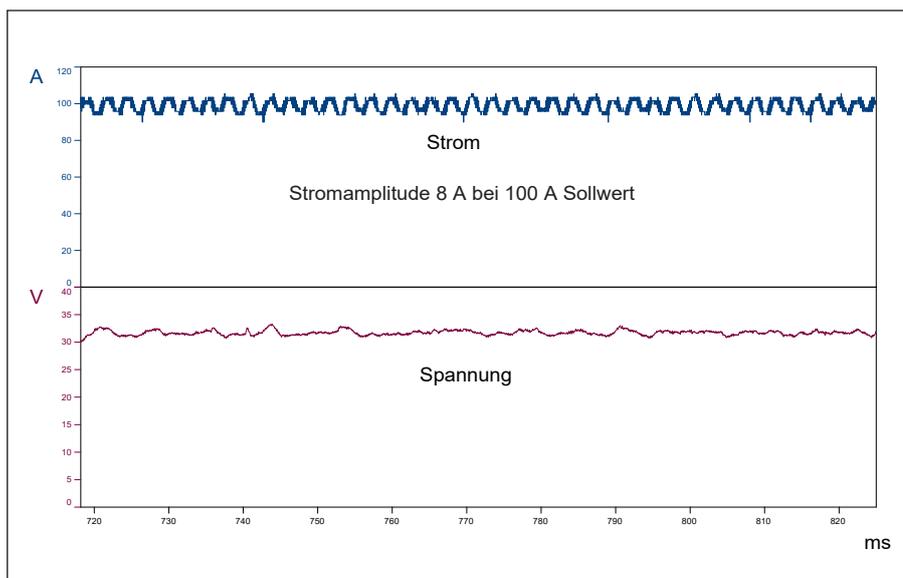


Bild 7: Bolzenschweißen mit einer Inverterstromquelle: Bei 100 A Sollwert beträgt die Schwingungsbreite etwa 8 A. (©Trillmich)

Leerlauf eine Verlustleistung von über 1 kVA, der gleich starke Inverter nur etwa 0,2 kVA.

- ▶ Inverter können während des Schweißprozesses ein Stromprogramm fahren, z. B. zur Reinigung von leicht verunreinigten Oberflächen einen kleinen Strom für eine wählbare Zeit fließen lassen. Auch eine Stromabsenkung am Ende des Schweißprozesses ist möglich oder Variationen nach Belieben des Anwenders.

- ▶ Ein Inverter verursacht keinen Lärm, abgesehen vom Lüfter, der meist thermostatgesteuert wird. Ein großer Netztransformator trägt deutlich zur Lärmbelastung bei, die Blechverkleidung kann das 50-Hz-Brummen sehr unangenehm verstärken.
- ▶ Jede Schweißmaschine braucht eine Kühlung. Der Transformator braucht deutlich mehr als der Inverter, die Kühlluft umspült die Trafowicklungen direkt, Schmutz lagert sich ab und kann zur Zerstörung der

Isolation führen. Beim Inverter sind die Schaltelemente auf Kühlkörpern befestigt, nur diese sind dem Luftstrom ausgesetzt.

- ▶ Inverter des Herstellers Bolte verfügen über ein Weitbereichsnetzteil mit Eingangsspannungen von 320 bis 495 V. Beim Thyristorgerät sind nur bestimmte Spannungsstufen über Trafoanzapfungen möglich.
- ▶ Mehrere kleine Bolte-Inverter lassen sich zu einer größeren Stromquelle koppeln (*Power-Package*).
- ▶ Der Inverter belastet die Energiequelle deutlich geringer als eine Thyristormaschine. Bei Generatorbetrieb (Baustellen) genügt dem Inverter oft eine kleinere Größe.

Zusammenfassend gesagt, gibt es bei Neuananschaffungen eines Bolzenschweißgerätes keinen Grund, veraltete Thyristortechnik in Betracht zu ziehen. Davon können Sie sich bei einer Vorführung oder auch durch längere Erprobung eines Bolte-Inverters in Ihrem Betrieb selbst überzeugen. ■



Dipl.-Ing. Rainer Trillmich (IWE)

Anwendungstechnik und technische Beratung, Bolte GmbH, r.trillmich@bolte.gmbh



BOLZENSCHWEIßEN

ALLES AUS EINER HAND:

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



BOLZENSCHWEISSEN BEI ZSB – TRANSFORMATOR UND INVERTER IM VERGLEICH

Viele Vorteile, keine Nachteile

Die ZSB GmbH ist eines der wenigen Unternehmen in Deutschland, die sich auf den Bau von Stahlteilen für Straßen- und Bahnbrücken spezialisiert haben. Bolzenschweißen ist dabei fest in die Fertigung integriert. Im Interview beschreibt Schweißfachingenieur Thomas Naumann, warum er von Trafogeräten auf große Inverter umgestiegen ist und welche Vorteile die Invertertechnik in der Fertigung bietet.

Herr Naumann, beschreiben Sie kurz den Aufbau und das Angebotspektrum von ZSB sowie Ihre Funktion im Unternehmen.

Seit unserer Gründung im Jahr 2004 setzen wir mit stetig wachsender Belegschaft immer anspruchsvollere Projekte um. Auf unserem 50.000 m² großem Werksgelände in Zwickau fertigen wir Bauteile für Straßen- und Bahnbrücken von bis zu 200 t Stückgewicht. Mit modernsten Techniken und Maschinen sind wir in der Lage, bis zu 12.000 t Stahl im Jahr zu verarbeiten. Unser Leistungsspektrum umfasst dabei sowohl die Produktion als auch die Lieferung und die Montage der Stahlbauteile auf der Baustelle. So können wir für jede Anforderung eine passende und praxisgerechte Lösung anbieten. Unser Ziel ist es, unseren Kunden nicht nur Produkte, sondern ein rundum verlässliches Leistungsangebot zu bieten. Ich bin bei der ZSB GmbH als Schweißfachingenieur beschäftigt und als

Schweißaufsichtsperson für die qualitätsgerechte Ausführung der Schweißarbeiten zuständig.

Seit wann setzen Sie die Bolzenschweißtechnik in Ihrer Fertigung ein, und welche Bolzentypen und -durchmesser verarbeiten Sie?

Das Bolzenschweißen ist seit der Gründung fester Bestandteil unserer Fertigung und spielt eine Schlüsselrolle bei vielen unserer Projekte. Unser Anwendungsspektrum reicht von Gewindebolzen und Buchsen bis hin zu Kopfbolzen mit bis zu 25 mm Durchmesser – also praktisch dem Maximum, das in diesem Verfahren realisierbar ist. Damit können wir nahezu alle Kundenanforderungen abdecken, von filigranen Anwendungen bis zu besonders robusten Konstruktionen. Die große Bandbreite ist für uns ein wesentlicher Vorteil, da wir flexibel auf neue Aufträge und unterschiedliche Materialanforderungen reagieren können.

Warum haben Sie den Schritt von einem Trafogerät zu einem großen Inverter gewagt?

Die Anforderungen an das Bolzenschweißen sind in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen – sowohl hinsichtlich der geforderten Qualität als auch in Bezug auf die Flexibilität beim Einsatz verschiedener Bolzentypen. Ein Invertergerät bietet hier deutliche Vorteile, weil es die Schweißenergie präziser und konstanter bereitstellt und sich individuell anpassen lässt. Das spielt besonders bei kleinen Bolzendurchmessern eine entscheidende Rolle. Dazu kommen praktische Aspekte wie das geringere Gewicht, die leichtere Transportierbarkeit und die höhere Energieeffizienz, die gerade bei wechselnden Baustellen sehr wichtig sind. Auch Themen wie Nachhaltigkeit und die Einhaltung moderner Normen spielen bei Investitionsentscheidungen heute eine große Rolle. Insgesamt erhalten wir ein leistungsfähigeres, wirtschaftlicheres und zukunftssicheres



Thomas Naumann
Schweißaufsichtsperson ZSB Zwickauer Sonderstahlbau GmbH (© ZSB GmbH)

System, das optimal auf unsere gestiegenen Anforderungen zugeschnitten ist.

Wie beurteilen Sie die Schweißeigenschaften im Vergleich?

Die Schweißeigenschaften haben sich mit dem Inverter deutlich verbessert. Wir erreichen eine konstant hohe Nahtqualität und vor allem eine exzellente Reproduzierbarkeit der Schweißergebnisse. Durch die präzisere Bereitstellung der Energie entstehen weniger Spritzer, und auch bei anspruchsvollen Werkstoffen oder größeren Bolzendurchmessern bleibt das Schweißverhalten sehr stabil. Zusätzlich überwacht der Inverter alle relevanten Prozessparameter und ermöglicht eine digitale Dokumentation. Dadurch können wir jederzeit Qualitätsnachweise erbringen und bei Bedarf schnell Anpassungen vornehmen. Diese Kombination aus Qualitätssicherung, Prozesssicherheit und Effizienz ist mit einem klassischen Trafogerät kaum zu erreichen.

Welche Herausforderungen gab es bei der Umstellung von Trafo zu Inverter, und wie haben Sie diese Herausforderungen bewältigt?

Die Umstellung verlief erstaunlich problemlos. Eigentliche Herausforderungen gab es keine, da der Inverter sehr bedienerfreundlich ist und wir schnell mit den neuen Funktionen vertraut waren. Für jeden Bolzentyp und -durchmesser sind Parameter in der Bibliothek hinterlegt, außerdem können individuelle Parameter gespeichert werden. Ein großer Mehrwert entsteht durch die einfache Handhabung in Kombination mit den verfügbaren Schweißdaten. Diese helfen nicht nur bei der Überwachung des Prozesses, sondern erleichtern auch die Qualitätskontrolle. Insgesamt war die Integration in unsere Abläufe reibungslos und hat die Arbeit sogar effizienter und komfortabler gemacht.

Welche Unterschiede haben Sie im Energieverbrauch festgestellt?

Die Unterschiede sind enorm, auch wenn man darüber im Alltag oft wenig nachdenkt. Ein großes Trafogerät benötigt allein für seine Leerlaufverluste zwischen 1 und 2 kW, selbst wenn es gerade nicht aktiv schweißt. Beim Inverter liegen diese Verluste bei nur rund 200 W – also ein

„Die Umstellung auf Invertergeräte ist unkompliziert und bringt spürbare Vorteile in Qualität, Energieeffizienz und Flexibilität.“

Thomas Naumann

Bruchteil davon. Auf das Jahr hochgerechnet und bei mehreren Geräten im Einsatz, bedeutet das eine deutliche Strom- und Kosteneinsparung. Hinzu kommt, dass der Inverter auch während des Schweißens effizienter arbeitet, da er die Energie sehr gezielt und verlustarm bereitstellt. Das spart nicht nur Geld, sondern reduziert auch den CO₂-Fußabdruck unserer Fertigung spürbar.

Welche Rolle hat bei Ihrer Entscheidung die Verordnung (EU) 2019/1784 (Öko-Design-Verordnung) gespielt, die Energieeffizienzanforderungen an Schweißgeräte stellt?

Diese Verordnung war definitiv ein Aspekt, den wir bei der Investition im Blick hatten. In vielen anderen Schweißverfahren sind Invertergeräte inzwischen Standard, weil sie die Anforderungen an Effizienz und Nachhaltigkeit deutlich besser erfüllen als klassische Trafogeräte. Für uns ist es wichtig, in moderne Technologien zu investieren, die sowohl den aktuellen gesetzlichen Vorgaben entsprechen als auch langfristig wirtschaftliche Vorteile bieten. Der Umstieg auf Invertertechnik ist daher auch ein klares Signal, dass wir auf dem neuesten Stand der Technik arbeiten und zukunftssicher investieren.

Welche Unterschiede haben Sie bei den Wartungskosten bemerkt?

Die Wartungskosten sind ungefähr auf dem gleichen Niveau wie bei einem Trafogerät, in einigen Punkten sogar günstiger. Da wir bereits vor dem *Pro-I 2200* ein *Pro-I 2800* von Bolte im Einsatz hatten, können wir das gut vergleichen. Ein großer Vorteil ist die Handhabung im Servicefall: Ein Inverter ist leichter und einfacher zu versenden als ein schweres Trafogerät. Darüber hinaus sorgt der sehr gute Kundendienst der Bolte GmbH dafür, dass wir auch bei Wartungen oder Reparaturen vor Ort bestens unterstützt sind. Insgesamt ist der

Aufwand überschaubar, und durch die modernere Technik sind die Geräte sehr zuverlässig.

Beurteilen Sie die Inverter im täglichen Gebrauch als anfälliger, z. B. bei Überlast und Netzspannungsschwankungen?

Im Gegenteil, hier zeigt sich die Stärke der Invertertechnik. Ein Inverter gleicht Spannungsschwankungen automatisch aus und arbeitet selbst bei nicht optimaler Stromversorgung stabil. Das macht ihn besonders für wechselnde Einsatzorte wie Baustellen interessant. Auch bei längeren Schweißzyklen oder hohen Belastungen verhält sich der Inverter unkritisch und zuverlässig. Hinzu kommt, dass die Geräte leichter, kompakter und einfacher zu handhaben sind, was den täglichen Einsatz deutlich komfortabler und flexibler macht.

Bitte geben Sie ein paar Tipps für Unternehmen, die eine solche Umstellung ebenfalls anstreben. Was ist auf jeden Fall zu beachten, was zu vermeiden?

Aus unserer Sicht gibt es heute keinen Grund mehr, an der Trafotechnik festzuhalten. Die Umstellung auf Invertergeräte ist unkompliziert und bringt spürbare Vorteile in Qualität, Energieeffizienz und Flexibilität. Wichtig ist, sich im Vorfeld über die eigenen Anforderungen im Klaren zu sein und ein Gerät zu wählen, das diese zuverlässig erfüllt. Außerdem sollte man die digitale Dokumentation und die Möglichkeit zur Prozessüberwachung nutzen, um die Qualität langfristig sicherzustellen. Wer diesen Schritt geht, wird schnell merken, dass moderne Invertergeräte die Arbeit erleichtern, die Produktivität steigern und langfristig wirtschaftlicher sind.

Vielen Dank für das Gespräch!