

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 34 (1943)
Heft: 21

Artikel: Die elektrische Reparaturschweissung von Gusseisen
Autor: Zwicky, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061770>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Gußstahl und als normales Flußstahlblech. Will man widerstandsfähige Schweißstellen erhalten, so muss man aber nicht nur gut schweissen, sondern

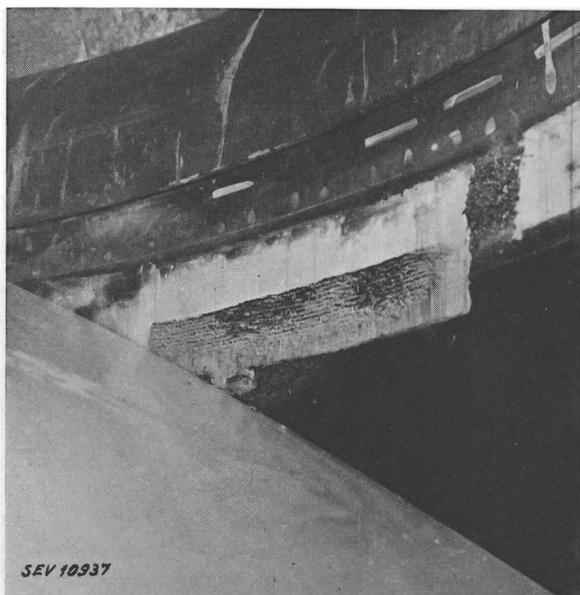
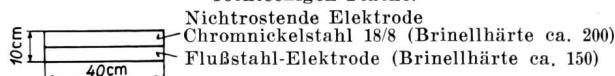


Fig. 8.

Laufradmantel einer Propellerturbine

Photographie 4 Jahre nach der Schweißung der rechteckigen Fläche.



auch gut vorbereiten. Wenn im Zusammenhang mit stärkern Anfressungen auch Teile geschweisst werden, die erst wenig angefressen sind, so wird oft der Fehler gemacht, dass vor dem Schweißen zu wenig Material entfernt wird (Fig. 7). Der grösste Teil des Schweissmaterials muss dann durch Schmirgeln entfernt werden, und es bleibt nur eine dünne Schicht Schweissmaterial, die zudem nicht reines Elektrodenmaterial ist. Solche Stellen haben nicht die Widerstandsfähigkeit reinen Schweissmaterials. Um eine genügend dicke Schicht aus reinem Schweissmaterial zu erhalten, muss vor dem Schweißen genug Grundmaterial entfernt werden.

Als an gewissen Stellen von Propellerturbinen auch gut ausgeführte Schweissungen angefressen wurden, liessen wir abgegrenzte Flächen zum Vergleich mit gewöhnlichen Flußstahlelektroden und mit nichtrostenden Elektroden schweissen; Fig. 8 zeigt eine solche Versuchsfäche 4 Jahre nach der Schweißung. Sie beweist die Ueberlegenheit der nichtrostenden Elektrodensorte. Die chemische Widerstandsfähigkeit und die grösse Härte der nichtrostenden Schweissungen erklären die Widerstandsfähigkeit gegen Kavitations-Anfressungen nicht vollständig; das Gefüge des Materials spielt eine wesentliche Rolle.

Wir haben seither wiederholt nichtrostende Elektroden zur Schweißung von Stellen verwendet (auch auf Gusseisen), wo stärkere Anfressungen vorgekommen waren.

Die elektrische Reparaturschweissung von Gusseisen

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Mai 1943 in Basel,
von R. Zwicky, Kriens-Luzern

621.791 : 669.13

Die Eigenschaften des Gusseisens und die die Schweißung beeinflussenden Reaktionserscheinungen der erstarrenden Schweisszone werden dargelegt. Erfolgreiche Verfahren für Warmschweissung und Kalt- oder Halbwarmeschweissung sowie deren Anwendungsbereiche werden angegeben.

Exposé des propriétés de la fonte de fer et des réactions qui interviennent quand la soudure se refroidit. Indication de bons procédés de soudure à chaud et à faible chaleur et de leurs applications.

In Zeiten der Mangelwirtschaft dürfte der Reparaturschweissung ganz allgemein besondere Bedeutung zukommen. Mit ihrer Hilfe können schwerste, und damit kostspieligste, fehlerhafte oder defekte Werkstücke korrigiert oder repariert und ihrem Verwendungszweck ohne Nachteil wieder übergeben werden.

Während die elektrische Reparaturschweissung bei den gebräuchlichen Baustählen und Stahlguss unter normalen Umständen keine besonderen Schwierigkeiten verursacht, sind die Verhältnisse beim Gusseisen bedeutend ungünstiger. Die Ursache liegt in den mechanischen und chemisch-metallurgischen Eigenschaften des Gusseisens und deren Reaktionen beim Erstarren der Schweisszone. Der Schweißvorgang ist zu vergleichen mit einer Eisengiesserei im kleinen, mit dem Unterschied, dass an Stelle von flüssigem Gusseisen Elektrodenmaterial aufgeschmolzen wird. Obwohl ein einwand-

freier Schmelzprozess Voraussetzung für das Gelingen der Schweißung ist, sind es schlussendlich doch die Reaktionen, die über das Resultat der Schweißung entscheiden.

Die wesentlichen Eigenschaften des Gusseisens und die die Schweißung beeinflussenden Reaktionserscheinungen der erstarrenden Schweisszone und deren mögliche Folgen sind:

Mechanische Eigenschaften: Die Zugfestigkeit von nur 15...30 kg/mm² je nach Qualität und eine Dehnung von max. 1 % können die entstehenden Schrumpfspannungen nicht gut aufnehmen und somit Spannungsrisse in der Schweisszone zur Folge haben. Bei komplizierten Werkstücken mit grossen Eigenspannungen oft auch an Stellen, die gar nicht in der Schweisszone liegen.

Chemisch-metallurgische Eigenschaften: Der Kohlenstoff, der im Gusseisen als Graphit ausgeschieden ist, wird in der erstarrenden Übergangs-

zone des Grundwerkstoffes in Form von Eisenkarbid gebunden. Es entsteht zementitisches Gefüge — Hartguss — die bekannte harte Uebergangsstelle; bei sehr schroffer Abkühlung sogar martensitisches Gefüge, welches sehr hart ist und zu Mikrorissen neigt, besonders auch im Schweißgut selbst, bei Verwendung von Stahlelektroden.

Durch thermische Vor- und Nachbehandlung der Schweißzone und — je nach Konstruktion — auch bestimmter Stellen des Werkstückes, lassen sich die nachteiligen und gefährlichen Reaktionserscheinungen weitgehend eliminieren. Versuche und vor allem Erfahrungen, die an geschweissten Objekten gesammelt wurden, haben der Praxis grundlegende Richtlinien über die Anwendung der thermischen Vor- und Nachbehandlung vermittelt, die bei den meisten vorkommenden Reparaturen zum Erfolg führen. Immerhin muss ausdrücklich gesagt werden, dass dennoch jedes Werkstück anderer Konstruktion individueller Behandlung bedarf.

Die Schweißtechnik unterscheidet grundsätzlich zwischen Warm- und Kalt- oder Halbwarmenschweißung. Die Warmschweißung ist im Prinzip ähnlich der heute noch in den Eisengiessereien praktizierten Schmelzschweißung. Dazu braucht es eine Form mit den gut leitenden, und schwer schmelzbaren — Kohlenplatten — um einen einwandfreien Lichtbogen und damit einen guten Fluss besonders in den Grund und Randzonen der Schweißstelle zu erhalten. Um in der Uebergangszone eine nicht allzu schroffe Abkühlung des aufgetragenen Materials zu erhalten, ist das Werkstück, bei schweren Stücken eine grösse Zone um die Schweißstelle herum, auf ca. 500° zu erwärmen (noch unterhalb des plastischen Zustandes). Damit werden beim Abkalten die Bildung des harten Zementits oder gar des gefährlichen, zu Rissen neigenden Martensits unterbunden und die Schrumpfspannungen ausgeglichen. Das geschweißte Werkstück, beziehungsweise die Schweißzone, soll sofort zudeckt und langsam, am besten im Formtröcknungsofen, zum Erkalten gebracht werden. Bei diesem Verfahren werden Elektroden bis über 10 mm Durchmesser verwendet, die ihrerseits entsprechend leistungsfähige Schweißgeräte benötigen. Die Warmschweißung eignet sich deshalb hauptsächlich für Auftragschweißungen grösseren Ausmasses, wo sich die Herstellung der oft sehr kostspieligen Form lohnt. Das Anwendungsgebiet ist allerdings beschränkt, indem sich einerseits eine Form nicht für jede Art Reparaturen anwenden lässt und anderseits die Erwärmung auf 500° besonders für komplizierte und dünnwandige Werkstücke infolge der Eigenspannungen nicht riskiert werden darf. Die Qualität, die mit der Warmschweißung erreicht wird, ist nahezu gleich derjenigen des Grundwerkstoffes.

Die Kalt- oder Halbwarmenschweißung dagegen gelangt mit Vorteil für die am häufigsten vorkommenden Reparaturen, wie Risse, Lunker, Anschweißen von fehlenden Teilen und für kleinere Auftragschweißungen zur Anwendung. Der Schweißvorgang und die Vorbereitung der Schweißstelle (Profil der Schweißfuge) geschieht analog derjenigen

der gewöhnlichen Stahlschweißung, weshalb dieses Verfahren äusserst wirtschaftlich ist. Bei Bruchstellen oder Rissen empfiehlt es sich, die Schweißfuge in Richtung des Risses über den Rand des Werkstückes hinaus zu verlängern oder, wenn dies nicht möglich ist, z. B. bei Hohlkörpern, die Risse an deren Ende abzubohren. Diese Erfahrungsmassnahmen verringern die schädlichen Einwirkungen der Eigen- und Schrumpfspannungen. Lose Bruchstücke sind mittels kräftiger Haftschweißungen zusammenzuhalten. Lunker und poröse Stellen sind sauber auszuschleifen. Vor Beginn der Schweißung ist das Werkstück, bei schwereren Werkstücken eine grösse Zone um die Schweißstelle herum, auf ca. 250...300° zu erwärmen (deshalb die Benennung Halbwarmeschweißung). Infolge der kleineren Vorwärmtemperatur darf hier nicht forciert werden, weshalb nur kurze Läufe, deren Erstarrung abgewartet werden muss, gestattet sind, ansonst Spannungsrisse — Warmrisse — unvermeidlich werden infolge ungleicher Erstarrungszonen bei zuviel aufgetragenem Material. Während des Erstarrens ist Stemmen des Schweißgutes zu vermeiden wegen Begünstigung der Warmrissgefahr, ebenso nach erfolgter Abkühlung infolge Kaltrissen. Es empfiehlt sich, nur dünne Elektroden zu verwenden. Unmittelbar nach der Schweißung ist die Schweißzone, wie bei der Warmschweißung, luftdicht abzudecken mit vorgewärmtem Sand, um ein langsames Abkalten zu ermöglichen und auch hier die Bildung des gefährlichen Martensits zu vermeiden und die Schrumpfspannungen möglichst auszugleichen. Von dieser Massnahme hängt besonders auch die Bearbeitungsmöglichkeit der Uebergangszone ab. Die Qualität der Kalt- oder Halbwarmeschweißung, vor allem die Festigkeitseigenschaften in der Uebergangszone, sind etwas geringer als bei der Warmschweißung, genügen aber in den meisten Fällen den Anforderungen.

Dichtschweißungen lassen sich mit beiden Schweißverfahren erreichen; bei höheren Drücken ist jedoch Vorsicht geboten. Eine Garantie kann hiefür, wie übrigens auch für hohe statische oder dynamische Beanspruchungen, nicht in allen Fällen übernommen werden. Ueber die Zulässigkeit der Schweißung entscheidet ausschliesslich der Verwendungszweck des Werkstückes.

Für die Gusseisen-Schweißung eignen sich Stahl-Elektroden mit hohem Si-Gehalt oder Metall-Elektroden aus Monell-Metall, einer Ni-Cu-Legierung. Mit beiden Elektrodenqualitäten lassen sich gute Schweißungen erreichen. Die besten Resultate in bezug auf die mechanischen Eigenschaften, sowie die Bearbeitungsmöglichkeit erzielt man mit der Monell-Elektrode. Sie ist außerdem korrosionsbeständig wie die Guss Haut, und das Aussehen des Schweißgutes ist von demjenigen des Gusseisens kaum zu unterscheiden.

Zur Frage Gleichstrom oder Wechselstrom ist zu sagen, dass sich auf Grund unserer Erfahrungen für die Gusseisen-Schweißung Gleichstrom mit Pluspol an der Elektrode zufolge des ruhigen Lichtbogens besonders eignet. Es kann aber auch mit Wechsel-

strom geschweisst werden, hängt doch die Qualität der Schweißung, abgesehen von andern Faktoren, in erster Linie vom Können des Schweißers ab.

Ueber die elektrische Reparaturschweißung kann zusammenfassend gesagt werden, dass diese zufolge ihrer rationellen Anwendung sehr wirtschaftlich ist. Die Qualität der Schweißung, fachkundige Ausführung vorausgesetzt, genügt meistens den Anfor-

derungen, wenn auch alle Eigenschaften des Grundwerkstoffes nicht erfüllt sind. Die Rentabilität einer Reparaturschweißung im Vergleich mit der Neufertigung eines Werkstückes hängt in erster Linie vom Ausmass der Reparaturbedürftigkeit ab. Entscheidend wird aber in sehr vielen Fällen der mit der Reparaturschweißung zu erzielende Zeitgewinn sein.

Erfahrungen bei der Ausbildung von Elektroschweißern

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Mai 1943 in Basel,
von A. Kindschi, Basel

621.791.7.0072

Aufbau und Durchführung der Kurse der Beratungsstelle des Elektrizitätswerkes Basel zur Ausbildung von Elektroschweißern werden beschrieben. Seit 1934 wurden 35 Kurse von 45 Stunden mit total 600 Teilnehmern veranstaltet. Die Erfahrungen sind überraschend gut und es besteht sehr grosses Interesse für solche Kurse, deren Einführung auch in andern Städten angeregt wird.

Détails sur les cours de soudure électrique organisés par l'office de renseignements du Service de l'électricité de la Ville de Bâle. Depuis 1934, il a été organisé 35 cours de 45 heures, auxquels participèrent au total 600 personnes. Les expériences faites ayant été des plus encourageantes, l'organisation de tels cours est vivement recommandée dans d'autres villes, car ils présentent un très grand intérêt.

Das Elektrizitätswerk Basel hat sich vor ca. 14 Jahren in der Werbung für den Anschluss elektrischer Apparate bestimmte Ziele gesetzt. Damals wurde zuerst eine Beratungs- und Werbeabteilung für Haushaltapparate ins Leben gerufen. Angeregt durch die dabei erzielten Erfolge wurde nach und nach auch das Gewerbe erfasst. Die Aufmerksamkeit galt dabei unter anderem auch dem Elektroschweißen. Die Wichtigkeit dieses Gebietes war uns bewusst und braucht jedenfalls hier wohl nicht speziell erwähnt zu werden.

Das Interesse am Elektroschweißen in Basel war unzweifelhaft vorhanden, nur musste der Boden noch beackert werden. Dieses Gebiet lag nämlich so vernachlässigt da, wie ein Garten, der wohl gute Erde hat, in dem aber nichts recht gedeihen kann, weil der Gärtner aus Unkenntnis und durch unsachgemässes Pflanzen die Vorteile nicht auszunützen versteht. So wollten wir dieser «guten Erde» zu etwas mehr Erfolg verhelfen. Die erste Werbeveranstaltung vom Jahre 1933 war eine zweitägige Vorführungs-demonstration verschiedener schweizerischer Schweißapparatefabrikanten, verbunden mit einem Film- und Diskussionsvortrag. Sie wies eine überaus grosse Beteiligung auf und hatte sogar dazu beigetragen, dass die Eisenkonstruktion der grossen Mustermessehalle elektrisch geschweisst wurde.

Auf der Grundlage: «Elektrisch Schweißen bedeutet wirtschaftlichste Ausnützung der Baustoffe, elektrisch Schweißen heisst billiger und schneller arbeiten, leichter bauen bei gleicher Festigkeit», begannen wir eine intensive Werbung. Wir richteten im Jahre 1936 ein ständiges Ausstellungs- und Vorführungslokal für das Elektroschweißen ein. Die Ausbildung von Elektroschweißern durch Einführungskurse schien uns vorläufig der wichtigste Punkt als Grundlage unserer Werbung, denn wir mussten feststellen, dass viel geschweisst wurde ohne eigentliche Kenntnisse. Durch die dabei logischerweise auftretenden vielen Misserfolge ver-

ärgert, benützten die Handwerker oft nur noch zur Not die Elektroschweißapparate. Ein gewisses Misstrauen gegen dieses Schweißverfahren wollte Platz greifen. Diese Erscheinung war dem Umstand zuschreiben, dass der Maschinenverkäufer dem Benutzer in einem kurzen Vorführungsschweißen den Apparat wohl erklärt und vordemonstriert hatte, dann aber blieb der Käufer sich selbst überlassen. Je nach Können oder Selbststudium konnte er nun den teurer gekauften Apparat mehr oder weniger gut anwenden. Schweißen muss man lernen und lehren, und zwar nicht vom Nebenmann, der oft auch keine methodische Anleitung erfahren hat.



Fig. 1.
Theoriestunde

Die sofort in grosser Zahl einsetzenden Anmeldungen zu den Schweißkursen bestätigte uns, dass die Gelegenheit, sich auf diesem Gebiet auszubilden zu können, unter den Fachleuten stark begrüßt wurde.

Die Gewerbeschule und Schlosserfachschule nahm die Kurse in ihr jährliches Programm auf. Das Arbeitsamt belegte Kurse für arbeitslose Schlosser, der Metallarbeiterverband für seine Mitglieder, und in freier Anmeldung erhielten wir Anfragen