

Brandheiß

Schweißen und Schneiden

Das Schweißen gehört in der Industrie zu den alltäglichen Arbeitsvorgängen, wenn es um das Verbinden oder Trennen von Metallen geht.

Beim Gasschweißen geht die größte Gefahr vom explosionsgefährlichen Acetylen-Sauerstoff-Gemisch aus.

Beim Elektroschweißen werden häufig die vom elektrischen Strom ausgehenden Gefahren unterschätzt.

Beiden Verfahren gemeinsam sind die große Hitzeentwicklung, die entstehenden Schweißbrauche sowie die beim Schweißen entstehende Strahlung.

Vorschau

Diese Themen werden in den kommenden Unterrichtshilfen behandelt:

Juli: Gartenbaugeräte

August: Lagern und Stapeln

September: Sichere Hobbywerkstatt



Verteilen Sie an Ihre Schülerinnen und Schüler die Juni-Ausgabe der Zeitschrift ARBEIT UND GESUNDHEIT next. In der vierseitigen Jugendbeilage geht es auch um das Thema „Schweißen und Schneiden“. Sie finden diese Seiten auch im Internet unter: www.nextline.de, aktuelle Ausgabe oder im Archiv.

LERNZIELE

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Wirkung von Brenngasen und Sauerstoff kennen;
- die Gefahren erkennen, die beim Schweißen durch den Umgang mit elektrischem Strom entstehen;
- wissen, wie man mit dem Ohmschen Gesetz Stromstärken berechnet und diese dann entsprechend bewerten können.



FÜR DEN UNTERRICHT

Fragen Sie die Schülerinnen und Schüler, welche Gase bei Schweißarbeiten in ihrem Betrieb verwendet werden und welches der verwendeten Gase das gefährlichere ist.

Zur Bedeutung des Sauerstoffs beim Brennvorgang können Sie folgenden Versuch vornehmen (dazu ist eine Sauerstoffflasche erforderlich): Legen Sie ein kleines Stück Stoff in eine Schale und versuchen Sie, dieses Stück anzubrennen. Führen Sie anschließend Sauerstoff zu (schon bei einer Zunahme von 21 auf 25 Volumenprozent verdreifacht sich die Brenngeschwindigkeit).

Beim Lichtbogenschweißen können Sie davon ausgehen, dass die Schüler die Wirkungen von Strom kennen und wissen, dass stromführende Teile isoliert sein müssen. Mit der Frage, warum und in welcher Hinsicht das bei Elektroschweißgeräten anders ist, können Sie auf die Gefahren beim Durchströmen des Körpers eingehen und anhand des Ohmschen Gesetzes die Stromstärken berechnen und bewerten lassen.

Arbeitsvorschlag für das Arbeitsblatt

Klären Sie anhand der Abbildungen mit den Schülern die Bedeutung des Weges, den der Strom durch den Körper nimmt. Lassen Sie die Schüler Beispiele für die Stromstärken bei verschiedenen Durchströmungswegen für 220 V und für 70 V berechnen (s. Text) und die Folgen bewerten.

Mit Hilfe der Prinzipskizze eines Schweißarbeitsplatzes können Sie verdeutlichen, welche Teile nicht isoliert sind und deshalb nicht gleichzeitig berührt werden dürfen. Klären Sie die Problematik vagabundierender Ströme, wenn der Anschluss des Rückleiters an der Werkbank und nicht direkt am Werkstück erfolgt (z.B. was passieren kann, wenn ein Metallrohr auf der Werkbank liegt, das gleichzeitig einen Heizkörper berührt). Fragen Sie, welcher zwingend notwendige persönliche Schutz nicht vorhanden ist (Augenschutz).

Brenngas und Sauerstoff: gefährliche Mischung

Als Brenngas wird beim Schweißen vor allem Acetylen eingesetzt. Acetylen (C_2H_2) hat – wie andere Brenngase (z.B. Butan und Propan) auch – vor allem in Verbindung mit Sauerstoff zwei kritische Eigenschaften: eine niedrige Zündtemperatur und es kann schon bei geringer Konzentration in der Luft explodieren. Ein Acetylen-Luft-Gemisch ist im Bereich von 2,3 bis 83 Volumenprozent Acetylen zünd- und explosionsfähig (in Sauerstoff sogar bis 93 Volumenprozent Acetylen). Da sich ein Acetylen-Luft-Gemisch schon bei 305 °C entzünden kann, muss größte Sorgfalt beim Umgang mit Acetylenflaschen beachtet werden, damit ein solches Gemisch nicht unbeabsichtigt entsteht, denn zum Zünden reichen ein heißes Ofenrohr oder ein Funke aus. Acetylen kann sich zudem auch ohne Sauerstoff durch Überhitzung oder einem Druck von mehr als 2 bar (2×10^5 Pa) explosionsartig in seine Bestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff zersetzen. Aus diesem Grund darf der zulässige Arbeitsüberdruck 1,5 bar nicht übersteigen. Ein weiteres Problem bilden Kupfer oder eine Legierung mit

einem Kupfergehalt von mehr als 70 Gewichtsprozent. Kommt Acetylen damit in Berührung, kann das hochexplosive Acetylenkupfer entstehen. Deshalb dürfen auf keinen Fall Schlauchverbindungen aus Kupfer verwendet werden. Um Acetylenflaschen herum ist eine Schutzzone einzuhalten, in der Schweißen, Rauchen und der Umgang mit Feuer oder glühenden Gegenständen nicht zulässig sind. Diese Schutzzone muss bei kleinen Flaschenbatterien (bis 6 Flaschen) mindestens 3 m betragen.

Sauerstoff fördert die Verbrennung. Schon eine geringe Erhöhung des normalen Sauerstoffgehalts in der Luft (21 Volumenprozent) beschleunigt den Verbrennungsvorgang und erhöht die Brenntemperatur. Stoffe, die bei normalem Sauerstoffanteil und einer bestimmten Zündenergie nicht einmal glimmen, flammen bei erhöhtem Sauerstoffanteil hell auf (Baumwolle z.B. bei 28 Volumenprozent Sauerstoff in der Luft). Sauerstoffflaschen dürfen nicht mit Fett, Öl oder Glycerin in Verbindung kommen, da Sauerstoff mit diesen Stoffen explosionsartig reagiert.

Elektrischer Strom, die unsichtbare Gefahr

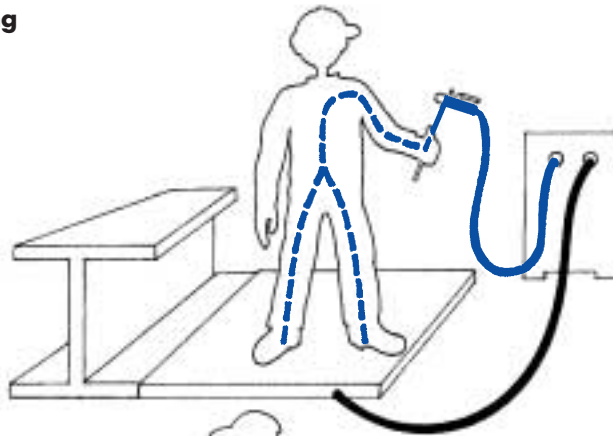
Unfälle mit elektrischem Strom enden nicht selten tödlich. Deshalb müssen nach der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 2) die stromführenden Teile durch Isolierung, Anordnung oder fest angebrachte Einrichtungen gegen Berührung geschützt sein.

Beim Lichtbogenschweißen ist diese Forderung jedoch nicht überall einzuhalten. Zur Bildung des Lichtbogens müssen zum Beispiel die beiden Pole kurzzeitig durch gegenseitigen Kontakt kurzgeschlossen werden können. Werkstück und Elektrode, die unter Spannung stehen, dürfen und können deshalb nicht gegen Berührung geschützt sein. Durch die funktionsbe-

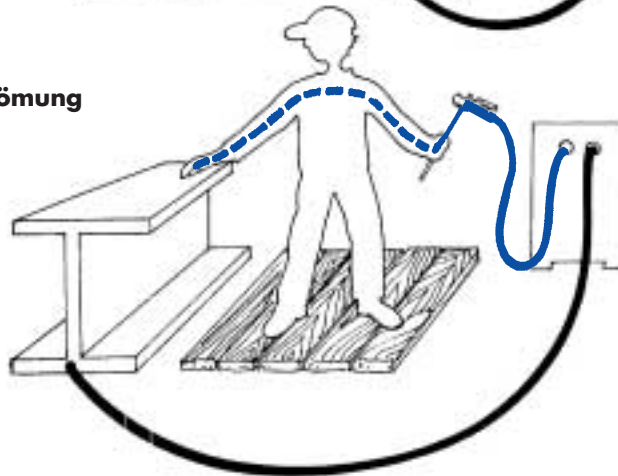
A R B E I T S B L A T T

Elektrischer Strom: Die Gefahren beim Elektroschweißen

① Längsdurchströmung



② Querdurchströmung



③ Schweißarbeitsplatz



Schweißen und Schneiden

dingt fehlende Isolierung besteht jedoch die Möglichkeit der unbeabsichtigten, gleichzeitigen Berührung beider Pole und damit die Gefahr des Stromflusses durch den Menschen. Wie aber wirkt Strom auf den Menschen, ab welcher Stärke ist er eine Gefahr?

Stromstärken unter 10 mA haben normalerweise keine direkten Auswirkungen auf die Gesundheit. Wer aber aus Unachtsamkeit an unter Spannung stehende Teile kommt und dabei einer Stromstärke von 10 bis 15 mA ausgesetzt wird, kann sich unter Umständen nicht mehr aus eigener Kraft befreien, weil der Strom die Wirkung der zahllosen kleinen elektrischen Ströme aufhebt, die durch unseren Körper fließen und dessen Funktionen, z.B. die der Muskeln, steuern.

Stromstärken oberhalb dieser „Loslassgrenze“ sind direkt gefährlich. Zum einen nimmt die Muskelverkrampfung mit steigender Stromstärke zu, zum anderen kann es ab 50 mA zum Atemstillstand kommen, wenn die Brustmuskulatur verkrampft. Herzstillstand kann eintreten, wenn der Strom durch das Herz geleitet wird. Stromstärken ab 80 mA können schon bei nur 0,3 s Einwirkungsdauer das tödliche Herzkammerflimmern auslösen.

Die Stromstärke hängt von dem Widerstand und der Spannung ab. Diesen Zusammenhang drückt das Ohmsche Gesetz aus:

$$\text{Stromstärke (I)} = \frac{\text{Spannung (U)}}{\text{Widerstand (R)}}$$

Das bedeutet: Je größer die Spannung und/oder je niedriger der Widerstand, um so mehr Strom fließt.

Der Gesamtwiderstand, der sich bei unbeabsichtigtem Berühren einer Stromquelle ergibt, hängt von dem Weg ab, den der Strom durch den Körper nimmt und vom Widerstand der Kleidung.

Der Widerstand der Kleidung hängt wiederum von deren Zustand ab: trockene, intakte Kleidung plus trockenes, intaktes Schuhwerk mit Gummisohlen bilden einen hohen Widerstand. Sind Kleidung und Schuhwerk jedoch nass und haben eventuell noch Löcher, sinkt deren Widerstand gegen null und bieten keinen Schutz.

Der Widerstand des menschlichen Körpers setzt sich zusammen aus dem Hautwiderstand und dem Körperinnenwider-

stand. Dieser ergibt sich allem von dem Weg, den der Strom durch den Körper nimmt. Bei trockener Haut beträgt er:

- **ca. 1000 Ohm** bei Querdurchströmung von Hand zu Hand (s. Abb. 2) oder bei einer Längsdurchströmung von einer Hand zu einem Fuß (oder umgekehrt)
- **ca. 750 Ohm** bei Längsdurchströmung von einer Hand zu beiden Füßen (s. Abb. 1) oder von beiden Händen in einen Fuß
- **ca. 500 Ohm**, wenn der Strom durch beide Hände und Füße zieht oder von einer Hand in den Rumpf
- **ca. 250 Ohm** bei einer Durchströmung von beiden Händen in den Rumpf und nur
- **ca. 100 Ohm** bei einer direkten Durchströmung des Rumpfes.

Diese Werte verringern sich deutlich, wenn die Hautoberfläche z.B. durch Schweiß feucht ist. Die Stromstärken werden dann entsprechend höher.

Die direkten Schäden durch den Strom werden vor allem durch den Weg, den der Strom durch den Körper nimmt, durch seine Stärke, seine Frequenz und die Dauer des Einwirkens beeinflusst. Generell gilt: **Je höher die Stromstärke und je länger die Einwirkzeit des Stromes ist, um so größer sind die Schäden am Körper.**

Unbeschädigte Schuhe mit Gummisohlen haben einen Widerstand von ca. 10.000 Ohm, d.h. die Stromstärke wird auf ein Zehntel der Durchströmung von Hand zu Fuß gesenkt.

Rechenbeispiele:

Ein mit Schweißarbeiten Beschäftigter gerät in den Netzstromkreis. Der Strom tritt an der Hand in den Körper ein und verlässt ihn am Fuß.

Beispiel a: Der Schweißer trägt nasses Schuhwerk mit Löchern.

$I = U : R = 220 \text{ V} : 1000 \text{ Ohm} = 0,22 \text{ A} = 220 \text{ mA}$
(Das gleiche Ergebnis ergibt sich, wenn der Strom von einer zur anderen Hand fließt).

Beispiel b: Der Schweißer trägt trockene, unbeschädigte Schuhe mit Gummisohlen.

$I = 220 \text{ V} : 10.000 \text{ Ohm} = 0,022 \text{ A} = 22 \text{ mA}$

Unterrichtsmaterialien

Video 909 061 **Arbeitsschutz in der Schweißtechnik**, Laufzeit 57 Minuten;

Video 909 354 **Sicherheit beim Gasschweißen**, Laufzeit 20 Minuten (Film 900354);

Video 909 356 **Sicherheit beim Lichtbogen-**

schweißen, Laufzeit 23 Minuten (Film 900356);

Kostenloser Verleih: Landesfilmdienst Hessen,

Kennedyallee 105, 60596 Frankfurt

Tel.: 069/63 00 94 32

Fax: 069/63 00 94 30

I M P R E S S U M
ARBEIT UND GESUNDHEIT Unterrichtshilfe · Juni 2002

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, 53754 Sankt Augustin. Redaktion: Martin Rüdell (verantwortlich), Sankt Augustin; Gabriele Albert, Wiesbaden. Autor: Karl Döbel. Cartoon: Michael Hüter. Verlag: Universum Verlagsanstalt GmbH KG, 65175 Wiesbaden, Telefon 06 11/90 30-0, E-Mail: redaktion@arbeit-und-gesundheit.de. Satz und Repro: Druckerei Zeidler, Mainz-Kastel. Druck: p. altmann-druck GmbH, Berlin.

Überhang von Seite 4

Zur Vermeidung der vom Strom ausgehenden Gefahren müssen sich stromführende Teile, insbesondere die Netz- und Schweißleitungen, in einwandfreiem Zustand befinden. Bewegliche Netz- und Schweißkabel sind gegen Beschädigungen zu schützen. Fehlende oder mangelnde Isolation muss sofort ausgebessert oder ersetzt werden. Ebenso wichtig wie eine intakte Isolierung sind gut leitende Verbindungen im Schweißstromkreis.

Wird z.B. die Schweißstromrückleitung nicht direkt am zu schweißenden Werkstück befestigt oder ist das Kabel nicht ausreichend bemessen, besteht die Gefahr, dass der Rückstrom über andere Leiter fließt und somit zum „vagabundierenden Strom“ wird. Hierdurch können gefährlich hohe Spannungen auf frei berührbare Teile übertragen werden, die man nicht als eine Gefahrenquelle ansieht.