



CEMIVET

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Meinung der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

CEMIVET WP4 (IO4)

Ausbildungskurse



CEMIVET WP4 (IO4-IO5)

Ausbildungskurse

KURS 1. CIRCULAR ECONOMY UND NACHHALTIGKEIT BEIM SCHWEISSEN - WAS IST DAS UND WARUM IST ES WICHTIG?

Umfang und Lernergebnisse des Kurses

Ziel dieses Kurses ist es, die Prinzipien der Circular Economy vorzustellen und die Bedeutung dieser für die Entwicklung von Arbeitsprozessen beim Schweißen zu erklären.

Nach Abschluss dieses Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:

- das Konzept der Circular Economy zu definieren und seine wichtigsten Grundsätze zu erkennen
- die Bedeutung der Grundsätze der Circular Economy für Entwicklungen im Metallverarbeitungssektor und insbesondere beim Schweißen von Metallen zu erläutern
- die (Umwelt-)Auswirkungen von Schweißverfahren auf den Verbrauch von Rohstoffen zu erläutern
- die mögliche Umsetzung der Grundsätze der Circular Economy in die Arbeitsabläufe beim Schweißen zu bewerten

Zielpublikum

Lehrkräfte und Auszubildende in der beruflichen Bildung, Schweißfachleute

Lernmaterialien

Thema 1. Was ist Circular Economy?

Die Circular Economy kann als Wirtschaftssystem definiert werden, das darauf abzielt, durch die Wiederverwendung und das Recycling verschiedener Produkte sowie die Verlängerung ihrer Lebensdauer, die Verschwendung in Wirtschafts- und Produktionsprozessen zu beseitigen oder zumindest zu verringern. Die Circular Economy zielt auf mehrere wichtige planetarische Ziele ab, angefangen beim Schutz der Umwelt und dem Erhalt der Tierwelt (deren Überleben durch den übermäßigen Verbrauch in Frage gestellt wird) bis hin zu einer echten Rationalisierung nicht nachwachsender Rohstoffe. So soll deren baldige Erschöpfung verhindert und die durch ihre Gewinnung verursachten Umweltschäden beseitigt werden.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem folgenden, von Erasmus+ erstellten Informationsblatt Projekt "CEMIVET" hier: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

Thema 2. Warum ist die Circular Economy für die Metallverarbeitung und das Schweißen wichtig? Welche Herausforderungen/Probleme dieses Sektors und Tätigkeitsfeldes kann sie lösen helfen?

Das Schweißen ist einer der wichtigsten technologischen Prozesse der modernen metallverarbeitenden Industrie und des Maschinenbaus, was das Produktionsvolumen, den Anwendungsbereich in der Industrie und viele andere Faktoren betrifft. Gleichzeitig "verbrauchen" das Schweißen und die damit zusammenhängenden technologischen Prozesse einen sehr großen Teil der erschöpflichen Ressourcen (z. B.: Metalle) und erzeugen sehr große Mengen an Reststoffen, Abfällen und Schadstoffemissionen. Daher kann die Umsetzung und Befolgung der Grundsätze der Circular Economy in Schweißprozessen zur Lösung mehrerer globaler Probleme beitragen:

- 1) Verhinderung einer schnellen und baldigen Erschöpfung der verfügbaren Rohstoffe und anderer Ressourcen (z. B.: Eisenerz);
- 2) Verringerung der hohen negativen Umweltauswirkungen der Produktion von Metallen und anderen Roh- und Hilfsstoffen für das Schweißen;
- 3) Verringerung der negativen Auswirkungen der Schweißindustrie und -prozesse auf die Umwelt und die Menschen.

Weitere Informationen finden Sie in dem vom Erasmus+ Projekt "CEMIVET" entwickelten Factsheet unter: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

Thema 3: Wie können wir die Ausführung von Schweißprozessen und -vorgängen ändern oder anpassen, um die Grundsätze der Circular Economy zu befolgen?

Die Befolgung der Grundsätze der Circular Economy erfordert eine erhebliche Überarbeitung der bestehenden Arbeitsabläufe beim Schweißen, angefangen beim Entwurf der geschweißten Produkte, über die Planung und Organisation des Produktionsprozesses, die Bereitstellung und Verwendung von Schweißtechnologien und -materialien bis hin zur Durchführung und Qualitätssicherung aller Schweißvorgänge. Außerdem ist eine intensive und kooperative Kommunikation zwischen Produktdesignern, Produktionsingenieuren und Schweißern erforderlich.

Es lassen sich verschiedene Probleme oder Mängel in der Arbeitsorganisation identifizieren, die zur zunehmenden Verschmutzung, zum Verbrauch von Materialien sowie zur Zunahme von Abfällen im Schweißprozess beitragen:

- 4) Kommunikationsprobleme - Versäumnisse bei der Festlegung klarer Ziele und eines klaren Arbeitsplans für den Schweißprozess; Kunde, Konstrukteur und Schweißer müssen gemeinsam dafür verantwortlich sein, Aufträge richtig zu verstehen und auszuführen; fehlende transparente und konstante Zusammenarbeit zwischen der technologischen Abteilung (Schweißingenieure, Technologen) und erfahrenen Schweißern; mangelnder Informationsaustausch zwischen der Marketingabteilung, die mit den Anforderungen des Kunden und den Umweltpräferenzen vertraut ist, und der Schweißerabteilung, die sich in erster Linie auf die Qualität der Produkte konzentriert; Umfang und Art und Weise eines solchen Austauschs muss noch geklärt werden.
- 5) Konzentrationsmangel, mangelnder Wille, unzureichende Motivation der Schweißer bei der Ausführung von Arbeiten, die typisch für den Umgang mit individualisierten Produktionsprozessen sind; Umgang mit Unterschieden in der Arbeitszeit, die für die Herstellung von Standardprodukten und Sonderanfertigungen benötigt wird (ein klassisches Fahrgestell kann 8 Stunden, eine Sonderanfertigung bis zu 3 Wochen in Anspruch nehmen); im Falle einer individualisierten Produktion verlangen Kunden häufig Änderungen und Anpassungen, dabei kann die Einführung neuer Parameter in den Schweißprozess zu unerwünschten Effekten führen, weil das Erlernen des Umgangs mit ihnen ein hohes Produktionsvolumen und viel Zeit erfordert.
- 6) Probleme, die durch Materialfehler verursacht werden, was eine Kontrolle durch die Beschaffungs- und Qualitätssicherungsabteilungen erfordert.
- 7) Sicherstellung der Qualität der Abläufe in der Anfangsphase der Robotisierung; das Bedienen von Robotern durch Schweißer, auch bei Personalmangel, kann während der Implementierungsphase zu einem Anstieg des Material- und Energieverbrauchs (höhere Ausfallrate) führen; dennoch ist die Überwachung und Kontrolle des Prozesses durch erfahrene Schweißer essenziell für die Effizienzsteigerung und Qualität der Produktion.

Thema 4. Welche Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen sind bei Schweißfachleuten für die Umsetzung der Grundsätze der Circular Economy erforderlich?

Im Rahmen des Erasmus+-Projekts CEMIVET wurde ein Kompetenzprofil entwickelt, das die Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen offenlegt, die Schweißfachleute für die Umsetzung der Grundsätze der Circular Economy benötigen: <http://cemivet.eu/circular-economy-competences/>.

Das Erasmus+ Projekt CEMIVET hat ein Factsheet mit Empfehlungen zum Inhalt von Berufsbildungslehrplänen für Schweißer entwickelt, das die für die Umsetzung der Grundsätze der Circular Economy in den Arbeitsprozessen erforderlichen Kompetenzen enthält: <http://cemivet.eu/circular-economy-factsheets/>.

Im Rahmen anderer Erasmus+-Projekte wurden Lehrpläne für die berufliche Bildung

und Ausbildungsmaterialien für das Schweißen entwickelt, die auch die Kompetenzen und Lernergebnisse im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit von Arbeitsprozessen umfassen.

Das Erasmus+ Projekt "Health, Safety and Environment Training Curriculum Development for Joining Technologies" (Entwicklung von Lehrplänen für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt in der Fügetechnik) liefert mehrere damit verbundene Ergebnisse. Besonderes die Kompetenzmatrix im Dokument "O1" "Harmonised Curriculum for HSE implementation in Joining" (Einheitlicher Lehrplan für die Umsetzung von HSE in der Berufsbildung der Fügetechnik) (Seite 36), das Kompetenzen in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz umfasst, sollte beachtet werden: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2016-1-BE02-KA202-017322#!>

Im Rahmen des Erasmus+-Projekts "EU weld" wurde ein umfassender Lehrplan entwickelt, der sowohl allgemeine Aspekte des Schweißens (beim Schmelzschweißen verwendete Werkstoffe, Schweißseignung und Wärmebehandlung von Werkstoffen, Qualitätssicherung und Qualifikationen beim Schweißen, spezifische Normen für Gesundheit und Sicherheit bei Schweißverfahren) als auch Grundlagen der Schmelzschweißverfahren (Autogenschweißen, Metall-Lichtbogenhandschweißen - WIG-Schweißen, Metall-Gasschweißen GMAW, Unterpulverschweißen, Plasmaschweißen) enthält.

<http://www.camis.pub.ro/euweldlms/>

Das Projekt MAKE IT definiert das Berufsprofil "European Welding Practitioner" (Europäischer Schweißfachmann) neu und liefert Informationen zu den Kompetenzen, die für die verschiedenen Schweißverfahren relevant sind, einschließlich der Kompetenzen im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Arbeitsleistung. Im Rahmen dieses Projekts wurde auch ein europäisches sektororientiertes Qualifizierungssystem für den LO-Ansatz entwickelt und ein europäisch einheitliches Schema für die Anerkennung früherer Lernerfahrungen (RPL) im Schweißsektor geschaffen, das nützliche Instrumente für die Gestaltung und Umsetzung von Ausbildungsmodulen im Zusammenhang mit der Anwendung der Grundsätze der Circular Economy beim Schweißen darstellen kann. Die Materialien zu diesem Projekt finden Sie hier: MAKE-IT (makeitproject.eu).

Im Rahmen des Erasmus+ Projekts "WeldChance" wurde ein Handbuch für die Gestaltung innovativer Lehrpläne für die berufliche Bildung und die Organisation von Ausbildungsprozessen im Schweißen entwickelt:

Ausbildungshandbuch_VWTS_final.pdf (struka.hr)

Aufgaben für selbstständiges Lernen

Diskutieren Sie die Schweißverfahren, mit denen Sie arbeiten oder die Sie studieren, indem Sie die folgenden Fragen beantworten:

- 3) Welche Prinzipien der Circular Economy sind für diese Schweißprozesse besonders relevant und wichtig? Warum?
- 4) Was ist zu tun, um dieses Schweißverfahren "grüner" (umweltfreundlicher) und effektiver zu machen, um Kosten zu sparen für Materialien,
- 5) Verschleißteile und Energie?
- 6) Wie tragen Sie persönlich dazu bei, an Ihrem Arbeitsplatz umweltschonender und nachhaltiger zu arbeiten? Mit welchen Herausforderungen und Problemen sind Sie dabei konfrontiert?
- 7) Bitte suchen und finden Sie Daten über die negativen Umweltauswirkungen der von Ihnen praktizierten oder untersuchten Schweißverfahren. Analysieren Sie die Dynamik der von Ihnen gefundenen Indikatoren innerhalb eines beliebigen Zeitraums und ziehen Sie Schlussfolgerungen

Selbstbeurteilung der Lernergebnisse

Beantworten Sie die folgenden Fragen schriftlich:

- 8) Was ist Circular Economy?
- 9) Welche Grundsätze der Circular Economy sind für das Schweißen wichtig? Warum?
- 10) Wie kann die Befolgung der Grundsätze der Circular Economy beim Schweißen dazu beitragen, die Kosten der Unternehmen zu senken?
- 11) Was sind die größten negativen Auswirkungen des Schweißens auf die Umwelt?
- 12) Welche Rohstoffe werden beim Schweißen verbraucht und abgenutzt?
- 13) Welches sind die wichtigsten unterstützenden Faktoren und Hindernisse für die Umsetzung der Circular Economy?
- 14) Welche Wirtschaftlichkeitsgrundsätze gelten bei Schweißverfahren?

KURS 2: Intelligente, kreislauforientierte und umweltfreundliche Nutzung von Werkstoffe und Materialien beim Schweißen

Umfang und Lernergebnisse des Kurses

Ziel dieses Kurses ist es, Anleitungen und Vorschläge für den nachhaltigen Einsatz von Werkstoffen und Verbrauchsmaterialien in der Schweißpraxis zu vermitteln.

Nach Abschluss dieses Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:

- Grundsätze des sicheren Einsatzes von Werkstoffen und Verbrauchsmaterialien in den Arbeitsabläufen des Schweißens anzuwenden;
- Verfahren und Prozesse, die zu einer Erhöhung der Abfallmenge führen, abzuschaffen oder zu optimieren.

Zielpublikum

Lehrer und Ausbilder in der beruflichen Bildung, Auszubildende in der beruflichen Bildung, Schweißer (EQR-Niveau 4).

Lernmaterialien

Thema 1. Wie entstehen Reststoffe bei den Schweißprozessen? Was sind die größten Quellen für Reststoffe und Abfälle?

Bei Schweißprozessen entstehen verschiedene Reststoffe, darunter Gase, Reste von geschweißten Metallwerkstoffen oder Schweißzusatzwerkstoffen

(Draht und Elektroden), Verpackungsmaterial und andere. Im Folgenden werden die Folgen und Auswirkungen einiger dieser Reststoffe und Abfälle, die sich am negativsten auf die Umwelt und die Menschen auswirken, näher erläutert. Einer dieser Reststoffe sind Schweißgase und -dämpfe. So stellen Nakhla, Shen und Benthea in ihrem Artikel (2012) fest, dass das bei der Stahlbearbeitung sehr beliebte MAG-Schweißen eine der höchsten Emissionsraten von Schweißrauch erzeugt. Beim MAG-Schweißen lassen sich verschiedene Lichtbogengrößen für die geschweißten Metalle und Blechdicken einstellen.

Die Verwendung von Aktivgasen ist einer der Schlüsselfaktoren, die den Einfluss des MAG-Schweißens auf die Exposition der Schweißer gegenüber gefährlichen Stoffen wie Gasen und Dämpfen bestimmen. Die Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Schutzgases Kohlendioxid, das sich während des MAGC-Schweißens in Kohlenmonoxid umwandelt, erhöht die Auswirkungen dieser gefährlichen und schädlichen Gase auf Schweißer und Umwelt. Bei der Arbeit mit Aktivgasverfahren entsteht auch eine starke Entwicklung von Schweißrauch (hauptsächlich Eisenoxide). Insbesondere beim MAGC-Schweißen von unlegiertem und niedrig legiertem Stahl und durch die thermische Zersetzung des als Schutzgas verwendeten Kohlendioxids entsteht Schweißrauch.

Beim MAGM-Schweißen von unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl kommt es ebenfalls zur CO-Bildung, wenn das Mischgas Kohlendioxid enthält. Beim MAGM-Schweißen von Chrom-Nickel-Stahl entsteht Rauch auf der Basis von Nickeloxid. Beim MAG-Schweißen mit Fülldrahtelektroden entstehen im Vergleich zum Schweißen mit Massivdrahtelektroden größere Mengen an Schweißrauch, und zwar sowohl bei zunehmender Intensität des Lichtbogens als auch bei zunehmender Drahtvorschubgeschwindigkeit.

Die Herstellung von Kohlenmonoxid birgt auch das Risiko einer Kohlenmonoxidkonzentration in der Arbeitsumgebung, die eine Gefahr für die Gesundheit und sogar das Leben der in dieser Umgebung arbeitenden Personen darstellt. Andere giftige Stoffe, wie Manganoxid, das beim MAGM-Schweißen von Chrom-Nickel-Stahl mit Massivdraht entsteht, reizt in hohen Konzentrationen die Atemwege und kann das Nervensystem schädigen, im gleichen Schweißverfahren entstehendes Nickeloxid kann bei Verwendung von Chrom-VI-Verbindungen zum MAGM-Schweißen von Chrom-Nickel-Stahl mit Fülldrahtelektrode Krebs verursachen.

Um zu verhindern, dass diese gefährlichen Gase und Dämpfe in die Umgebungsluft gelangen, müssen wirksam funktionierende Absauganlagen und Filtersysteme eingesetzt werden.

Der umfangreiche Einsatz von Schutzgasen wirkt sich auch negativ auf die Umwelt aus und verursacht zusätzliche Kosten für die Unternehmen, einschließlich der Kosten für den umfangreichen Transport der zum Schweißen verwendeten Industriegase. Es gibt einige praktische Schritte zur Lösung dieser Probleme, wie z.B. die Verwendung von Schweißgasreglern, die die Menge des verbrauchten Gases reduzieren und gleichzeitig die Sättigung des Schweißbereichs mit einem geringeren Gasfluss aufrechterhalten. Außerdem ist der Transport dieser Gase mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden. Die kryogenen Verfahren zur Verflüssigung von CO₂ und Argon verbrauchen viel Strom und verursachen hohe Emissionen.

Für weitere Informationen:

Environmental Impacts of Using Welding Gas By Dr. Hany Nakhla, Dr. Ji Y. Shen, & Mr. Malcom Bethea 2012,

[https://cdn.ymaws.com/www.atmae.org/resource/resmgr/Articles/Nakhla-Golbabaei, F., & Khadem, M. \(2015\). Air Pollution in Welding Processes - Assessment and Control Methods. In \(Ed.\), Current Air Quality Issues. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/59793](https://cdn.ymaws.com/www.atmae.org/resource/resmgr/Articles/Nakhla-Golbabaei,F.,&Khadem,M.(2015).AirPollutioninWeldingProcesses-AssessmentandControlMethods.In(Ed.),CurrentAirQualityIssues.IntechOpen.https://doi.org/10.5772/59793)

Umweltauswirkungen.pdf

Thema 2. Welche Arten von Reststoffen fallen bei Schweißprozessen an? Welche Reste/Abfälle können wiederverwendet und recycelt werden?

Die wichtigsten Emissionen/Quellen für die Verschmutzung der Umwelt am Arbeitsplatz (Verschmutzung von Luft, Wasser, Boden usw.) durch den Schweißprozess sind die folgenden:

Industriegase, Aerosole und Stäube, die beim Schweißen entstehen: Argongase beim WIG-

Schweißen, NO_x, CO, CO₂ PM_{2.5} und PM₁₀ Schwebstaub, Gesamtstaub mit den abgetrennten Verbindungen MnO₂, Fe₃O₄, CuO₂, NiO₂, Chrompartikel beim Schweißen von austenitischem Stahl, Salpetersäuredämpfe beim chemischen Beizen von Schweißnähten, Al₂O₃ beim Schweißen von Aluminium.

UV-Strahlung, Staub, Lärm, insbesondere an Plasma- oder Gasschneidestationen, Schweißrauch, Metallaktivgas beim MAG-Schweißen, Abfälle nach der Reinigung von chemisch behandeltem Abwasser aus dem Beizprozess (neutralisierter Schlamm mit koagulierten Schwermetallpartikeln und Schleifresten), Schneiden mit Wasserstrahlschneidern verursacht ebenfalls Wasserverschmutzung und große Mengen an verbrauchtem Abrasivmittel. Es gibt auch Reste und Abfälle, die am Arbeitsplatz anfallen und in zwei Gruppen eingeteilt werden können: -Ungefährliche Abfälle: Metallschrott, Eisenschrott, Papier/Kartonagen aus Verpackungen, Holz, Industrieabfälle Typ 1, Metallrückstände, Schleifrückstände, Stäube, Elektrodenstäbe und Elektrodenschweißdrahtkappen, Schweißdraht, Schweißnadeln aus Wolfram, Schutzkleidung, Ersatzteile für Schweißmaschinen, Schleifscheiben und andere Schleifwerkzeuge,

Gefährliche Abfälle: Altöl, Verpackungen, die RP enthalten haben, Lappen oder mit RP getränktes Material, Elektro- und Elektronikaltgeräte, Altbatterien, Ersatzteile für Schweißmaschinen.

Einige Emissionen entstehen in der Vorbereitungsphase, bei der Ausführung der Schweißnähte, bei der Qualitätskontrolle und bei der Endbearbeitung der Oberfläche:

- Abfälle aus dem Vorbereitungsprozess oder Reste von Schneidöffnungen (meist als getrennter Schrott behandelt, je nach Form und Abmessung auch für die Sekundärproduktion verwendet, z. B. Zäune); Lärm, Funken, Spritzer, Schleifstaub, Lösungsmittel.
- Staub und Späne aus dem Schleif- und Reinigungsprozess werden durch Absauganlagen und Filter aufgefangen und anschließend zur Entsorgung an externe Unternehmen weitergeleitet.
- Emissionen aus der Schweißphase: Rauch, Licht, Abfall, Schlacke, Projektionen; der Rauch wird mit Filtern gefiltert, die Reinigungssäcke enthalten, die mit Druckluft abgeschieden werden, der Staub wird entsorgt; die Absauganlagen werden regelmäßig von Händlern überprüft und bei Bedarf ausgetauscht.
- Emissionen nach dem Schweißen: Schleif- und Poliermittelrückstände, Emissionen aus dem Wärmebehandlungsofen, Sand- und Metallstrahlrückstände, Oberflächenbeiz- und Passivierungsmittel, Rückstände von Lackieranlagen.

Sehr oft hinterlassen Schweißprozesse und -vorgänge auch große Mengen an Kunststoff-, Karton- und Holzabfällen in Form von verschiedenen Arten von Verpackungen, beschädigten Paletten, Ölen und Verbrauchsmaterialien (die von externen Unternehmen abgeholt werden); Karton wird als Füll- und Schutzmaterial beim Verpacken der eigenen Produkte verwendet.

Thema 3: Wie können die bei den Schweißprozessen anfallenden Reststoffe verwaltet werden (Trennen, Sortieren, Sammeln, Wiederverwenden)?

Für das Sammeln und Recyceln der am Arbeitsplatz anfallenden Abfälle können verschiedene Verfahren angewandt werden:

- eingeführtes Abfallmanagementsystem im Unternehmen, Personen, denen die Verantwortung für das Sammeln und Sortieren von Abfällen in der Produktion übertragen wurde, die über ein Abfallregister verfügen (nationale Umweltregister für Verpackungsabfälle und chemische Stoffe)
- die Abfälle werden nach festgelegten Verfahren entsorgt, es werden Dienste von spezialisierten Abfallsammelunternehmen in Anspruch genommen, die bei der Entsorgung von gefährlichen Filtrerrückständen helfen
- allgemeine Verfahren der Abfallbewirtschaftung, kontrollierte interne Vermerke mit Informationen zur Abfallbewirtschaftung, Umweltleitfäden
- Verfahren zur Abfolge der Arbeitsgänge: wenn ausgeschnitten, dann entgratet, gebogen, geschweißt wird
- Verfahren zum Sammeln der verschiedenen Arten von Restmaterialien: Stahl CR17, Magnetstahl, Edelstahl; Sammelbehälter für die verschiedenen Restmaterialien Verfahren zur Programmierung der CNC-Maschine in ökonomischen Regimen
- Staub, der durch Absaugung gefiltert und ordnungsgemäß entsorgt wird, Schleifstaub, der auf der Baustelle aufgefegt wird (Vermischung mit normalem Schmutz) und fachgerecht entsorgt wird; dabei geht es um die Berechnung der Staub- und Metallemissionen sowie um Fragen im Zusammenhang mit den Umweltgebühren und der Sammlung und Entsorgung von Abfällen, einschließlich Schrott, die an spezialisierte externe Unternehmen vergeben werden können
- Verwendung von Holzabfällen als Biokraftstoff.

Die Mitarbeiter und Auszubildenden des Unternehmens erwerben Kenntnisse über diese und andere Verfahren durch Weiterbildungen und Kompetenzentwicklung im Bereich der Abfallsammlung und -verwertung.

Das Ruhezeitmanagement bei Schweißarbeiten besteht aus mehreren einfachen Regeln:

- Führen der täglichen Aufzeichnungen über alle verbrauchten Schweißmaterialien, wie Schweißdraht, Lösungsmittel, die bei der Oberflächenvorbereitung verwendet wurden.
- Halten Sie die Behälter mit gebrauchten flüchtigen organischen Verbindungen (Lösemitteln) geschlossen und hermetisch dicht, um Verdunstung zu vermeiden. Mitarbeiter, die solche Materialien handhaben, müssen sie am Arbeitsplatz stets im Blick behalten und die Verwendung überwachen.
- Die Schweißreste müssen entsprechend den Anforderungen der Entsorgung sortiert werden, indem für unbrauchbare Schweißdrähte,
- Metallschrott und Verpackungsmaterial separate Behälter verwendet werden.

- - Die Sortierung umfasst die Trennung von wiederverwertbarem Metallschrott (nach Abmessungen, Qualität usw.) von nicht wiederverwertbarem Schrott. Bei der Sortierung des Schrotts werden Eisenmetalle von den Nichteisenmetallen mit Hilfe eines Magneten getrennt.
- Lösemittelabfälle und kontaminierte Reste, wie z. B. mit Lösemittelabfällen getränkte Lappen und unbrauchbare Werkzeuge, müssen in einem Behälter für gefährliche Abfälle entsorgt werden.
- Es muss verhindert werden, dass Schweißrückstände, einschließlich Metallspäne und -schrott, sowie Lösungsmittelabfälle in die Umwelt, insbesondere in den Boden und in Gewässer, gelangen.
- Verfolgung und, falls erforderlich, Aktualisierung des Abfallmanagementsystems im Unternehmen, indem die Verantwortlichkeiten für das Sammeln und Sortieren von Abfällen in der Produktion, die Registrierung der Reststoffe und Abfälle in den speziellen Registern (nationale Umweltregister für Verpackungsabfälle und chemische Stoffe) durchgeführt werden.
- Die Entsorgung von Abfällen erfolgt nach klar definierten Verfahren, die Entsorgung von gefährlichen Abfällen kann an spezialisierte Abfallsammelunternehmen delegiert werden.
- Die Schweißfachleute sollten klare und transparente Verfahren für die Abfolge der Arbeitsvorgänge einhalten, um Nichtkonformitäten und eine erhöhte Anzahl von Reststoffen zu vermeiden.
- Der Staub wird durch Absaugung gefiltert und fachgerecht entsorgt, der Schleifstaub wird auf der Baustelle aufgefangen (Vermischung mit normalem Schmutz) und fachgerecht entsorgt.
- Holzreste, die zur Verpackung von Schweißmaterial und Metallen verwendet werden, können als Biokraftstoff genutzt werden.

Thema 4. Wie lässt sich das Volumen der beim Schweißen anfallenden Reststoffe verringern?

Es kann eine breite Palette von Methoden vorgeschlagen werden, um das Emissionsvolumen in jeder Phase des Arbeitsprozesses zu reduzieren.

In der Planungsphase von geschweißten Produkten und Konstruktionen: Minimierung des Fugenvolumens unter Berücksichtigung des Abfallvolumens und der sich aus der Planung ergebenden Entsorgungsmöglichkeiten; Positionierung der Werkstücke für den Zuschnitt aus den Blechen; Erfassung und Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der nach dem Zuschnitt verbleibenden Blechmaterialien zur Verwendung bei der Herstellung anderer Teile und Produkte; Optimierung der Schweißnahtplanung.

In der Phase der Auswahl des technologischen Schweißverfahrens: Auswahl des jeweils wirtschaftlichsten und umweltfreundlichsten Schweißverfahrens unter Berücksichtigung der technologischen und produktspezifischen Anforderungen (ohne Abstriche bei der Qualität, aber unter Vermeidung übermäßiger Schweißverfahren, z.B. hilft der häufige Einsatz des Unterpulverschweißens bei dicken Blechen, den vorbereitenden Kantenschnitt der Bleche einzusparen und so bereits Emissionen reduzieren).

Die übermäßigen Anforderungen an das Schweißen in der Entwurfsphase werden oft zur Hauptquelle für eine erhöhte Umweltverschmutzung und Abfälle. Sehr oft entstehen solche Überschreitungen in der Entwurfsphase und der technologischen Vorbereitung des Schweißprozesses aufgrund der schnellen oder überstürzten Ausführung des Entwurfs, des Mangels an "Geduld" und Zeit für qualitativ hochwertige Berechnungen des benötigten Materialvolumens.

Um Rückstände beim Schneiden der Bleche zu vermeiden, müssen die zu schneidenden Werkstücke mit Zwischenabständen positioniert werden, die Schnittbreiten und Messtoleranzen beinhalten. Die verbleibenden Materialien müssen gekennzeichnet und registriert werden, um ihre Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten und ihre Verwendung bei der Herstellung anderer Teile und Produkte zu ermöglichen. Größere Abfallmengen und ein höherer Materialverbrauch entstehen bei der Kleinserienfertigung, bei der die geschnittenen Teile nicht die gesamte Fläche des Blechs einnehmen; die freien Stellen können dann mit Teilen für künftige Aufträge gefüllt werden.

Bei der Anordnung der Teile auf dem Blech sollte auch die Platzierung kleinerer Elemente in den Löchern größerer Teile berücksichtigt werden. Was im Produktionsprozess nicht mehr verwendet werden kann, wird manchmal für die "Nebenprodukt"-Produktion verwendet.

Geeignete und optimale Auswahl der Schweißverfahren entsprechend den technologischen Anforderungen des jeweiligen Falles; optimale Auswahl der Schweißverfahren und -pläne entsprechend den geforderten Verbindungsarten, Kontrolle der Auswahl der Schweißverfahren und Vermeidung exzessiver Schweißarbeiten in Bezug auf die thermische Einwirkung; Ausführung der Schweißungen unter Einhaltung der festgelegten Grenzen der thermischen Einwirkung; Durchführung einer ordnungsgemäßen Qualitätskontrolle der Bleche, Vermeidung von Einsparungen bei der Qualität der Metalle durch Verwendung von billigen und minderwertigen Materialien (verrostet, verunreinigt), was zusätzliche Vorbereitungen und Emissionen mit sich bringt; Auswahl und Verwendung von weniger "verunreinigenden" Schweißzusatzwerkstoffen, wie z. B. das Schweißen mit massiven Schweißdrähten erzeugt viel weniger Emissionen als die Verwendung von Schweißdraht auf "Pulver"-Basis.

Die Anwendung geschickter Verfahren zur Vorbereitung der Rohstoffe für das Schweißen und optimale Schweißplanung ermöglicht es auch, nach dem Schweißen Oberflächenbehandlung (Metall- und Sandstrahlen) einzusparen.

Eine strenge Qualitätskontrolle der Bleche hilft, Fehler vor dem Schweißen zu vermeiden.

Der Einsatz von Schleifmitteln für die Oberflächenbehandlung von Schweißnähten kann durch den Einsatz von mehreren Fräsern und Schleifplatten reduziert werden. Es ist möglich, den Umfang der Schweißarbeiten zu minimieren und gleichzeitig eine hohe Qualität der Schweißarbeiten zu garantieren (Vermeidung von Reparaturen an Schweißnähten); die Emissionsminderung wird durch Verbesserung der Qualität der Schweißnähte sowie durch die Auswahl und Feinabstimmung der Zusammensetzung von Schutzgasen und Schweißdrähten angestrebt.

Es wird empfohlen, das Volumen und die Intensität der Schweißung durch die Kantenvorbereitung vor dem Schweißvorgang zu optimieren, X-Schweißnähte anzubringen sowie Schweißzonen zu minimieren.

Es können Lösungen angewandt werden, die eine Verringerung des nachträglichen Arbeitsaufwands für die Reinigung der Verbindung ermöglichen. Die Umstellung auf Schweißroboter und Laserschneider (insbesondere des Typs Faser) trägt dazu bei, den menschlichen (Fehler-)Faktor und Nichtkonformitäten zu beseitigen. Dies kann auch eine bessere Ausnutzung des Ausgangsmaterials ermöglichen und den Abfall durch optimierte Verschachtelung reduzieren.

Die Roboter führen Schweißnähte auf wiederholbare Weise aus, was bei richtiger Wahl der Mittel und Parameter zur Fehlerminimierung führt.

Beim MAG-Schweißen wird die Verwendung von Schutzgas empfohlen

Mischgas: Argon [eigenes Silo] 92%+ Co2 & Sauerstoff hilft, Spritzer zu vermeiden und

sorgt für ein besseres Einbrennen; fokussierter Lichtbogen (1000 Grad) vermeidet Strahlungshitze auf dem Werkstück; Temperaturanstieg 1-2 Grad in einem Abstand von 30 cm vom Körper.

Erfahrene Schweißer können "schnelleres" Schweißen bevorzugen, um weniger Material zu verbrauchen und Emissionen einzusparen. Dies birgt jedoch das Risiko von Fehlern und Nichtkonformitäten, was den Verbrauch von Material, Verbrauchsmaterialien und die Verschwendung des Schweißprozesses erhöhen kann.

Das Drahtschweißen ermöglicht es dem Schweißer, nur so viel Material zu verwenden, wie für die Verarbeitung notwendig ist. So produziert er keinen Abfall, der den tatsächlichen Produktionsbedarf übersteigen würde. Durch den Einsatz von CNC-Maschinen (Plasmaschneider, Laser) werden die schädlichen Auswirkungen von Schweißprozessen auf den Betrieb anderer Stationen erheblich eingeschränkt (Bearbeitung in einem geschlossenen Maschinenraum).

In der Regel umfasst die schweißtechnische Qualitätssicherung strenge Qualitätsmanagementverfahren, so zum Beispiel die Genehmigung der WPS und die Erstellung der Schweißanweisungen, die Durchführung von Schweißproben, die Zertifizierung der angewandten Schweißverfahren und der Schweißer im Unternehmen durch zugelassene internationale/nationale Audit- und Zertifizierungsstellen, Norm DIN 15085 -2 (einschließlich 3834).

Das Schweißen kann teilweise auch durch Schrauben und Nieten ersetzt werden. Was die Oberflächenbehandlung von Schweißnähten betrifft, so hängen die Umweltauswirkungen dieses Prozesses in hohem Maße von der Qualität und Sauberkeit der erhaltenen Schweißverbindung ab.

Die Qualität und die Umweltauswirkungen des Beizens von Schweißnähten werden von der Reinigung der Oberfläche nach dem Schweißen beeinflusst (verbleibende Schlacke vor dem Beizen erfordern zusätzliche Beizvorgänge mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt).

Die Oberflächenbehandlung durch Lackieren erfordert eine optimale Berechnung der benötigten Lackmenge und die Wahl des optimalen Lackiersystems (C2, C3, C4, C5) entsprechend der Korrosivität der Umgebung, in der das Produkt verwendet wird, wobei eine übermäßige Lackierung zu vermeiden ist.

Das Metallstrahlen zur Behandlung von Schweißnähten ist im Vergleich zum Sandstrahlen umweltfreundlicher, da es sich um einen wiederholten Einsatz von Strahlmitteln handelt.

Die Auswahl von Schweißern mit dem richtigen Profil und Qualifikationsniveau für die vorgesehenen Schweißprozesse ist ebenfalls wichtig, um nachhaltiges und zirkuläres Schweißen zu erreichen: Hier können die Produktions- und Personalmanager Kompetenzrahmen für Schweißer verwenden, die auf die Komplexitätsstufen der

geschweißten Konstruktionen und Objekte abgestimmt sind

Es gibt auch verschiedene Praktiken/Methoden zur Verringerung des Volumens der Hauptmaterialien (z. B. Metalle) und Verschleißteile im Schweißprozess. Zum Beispiel:

- Konzentration des Einkaufs von Rohstoffen, Integration von Materialien aus dem Maschinenbau für eine optimale Nutzung;
- Durch Leichtbauweise und modulare Konstruktion der Produkte lassen sich außerdem Materialien einsparen;
- Finite-Elemente-Konstruktion und Simulationstechniken für die Produktleistung ermöglichen es, den Umfang der Schweißnähte selbst nicht zu überdimensionieren. Dadurch lassen sich die aufgetragene Metallmenge, der Energieverbrauch usw. einsparen.

Beim Blechzuschnitt vor dem Schweißen entstehen bei Kleinserien, bei denen die geschnittenen Details nicht die gesamte Fläche des Blechs einnehmen, größere Restmengen und ein erhöhter Materialverbrauch. Freiräume können dann mit Elementen für zukünftige Aufträge gefüllt werden. Bei der Anordnung der Elemente auf dem Bogen sollte auch die Platzierung kleinerer Elemente in den Löchern größerer Details berücksichtigt werden. Hier ist die richtige Sortierung der verbleibenden Reste von Blechen und Schweißzusatzwerkstoffen nach der Art der Materialien sehr wichtig. Was im Produktionsprozess nicht mehr verwendet werden kann, kann manchmal für die "Nebenprodukt"-Produktion genutzt werden.

Auch permanente Sicherheitsmaßnahmen sind hier relevant, z.B. Plomben an Gasreglern, die nach der Einstellung der Prozessbedingungen installiert werden, und verschiedene Zugriffsebenen auf die Prozesseinstellungen der Maschine. Im Bereich der Schweißnahtbehandlung können Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, die verwendeten Materialien und Verbrauchsmaterialien wiederholt einzusetzen. Zum Beispiel kann das gefilterte Abwasser der Beisanlagen und -bäder können für den gleichen Zweck wiederverwendet werden.

Die Bearbeitung der Schweißnahtoberfläche umfasst verschiedene Arbeitsgänge, wie z. B. das Reinigen von allen Rückständen und Verunreinigungen, die durch das Schweißpulver entstanden sind, sowie das Schleifen und Polieren der Schweißnahtoberflächen.

Beim Schleifen von Schweißnähten ist es wichtig, die Oberfläche der Schweißnähte selbst vor diesem Vorgang zu beurteilen, um zu prüfen, ob sie den festgelegten Standardqualitätsanforderungen entspricht. Ist dies der Fall, ist das Schleifen nicht erforderlich. Raue Profile, schlecht geformte Anschläge, scharfe Hinterschneidungen und anhaftende Schweißspritzer sollten durch sorgfältiges Schleifen oder Strahlen entfernt werden.

Für weitere Informationen: [Oberflächenvorbereitung - SteelConstruction.info](https://www.steelconstruction.info)

Eine weitere Strategie zur Verringerung der Emissionen und Reststoffe aus dem Schweißprozess ist die Verwendung von umweltfreundlichen Schweißgeräten. Dies ist ein Schwerpunkt der EU-Verordnung über die umweltfreundliche Leistung von Schweißmaschinen, die am 1. Januar 2021 in Kraft tritt.

Neue EU-Verordnungen befassen sich mit den Ökodesign-Anforderungen für Schweißgeräte, die die Umweltaspekte von Schweißgeräten (z. B. den Energieverbrauch bei der Verwendung des Produkts) und die Gewährleistung eines effizienten Umgangs mit den Ressourcen einschließen. Schätzungen zufolge werden die Ökodesign-Anforderungen in dieser Verordnung bis 2030 zu jährlichen Energieeinsparungen von 1,09 TWh führen, was einer jährlichen Gesamteinsparung von etwa 0,27 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent entspricht - besser für die Umwelt und kosteneffizienter.

Um die Anforderungen an die Energieeffizienz zu erfüllen, müssen die Schweißgeräte mit dem Wirkungsgrad der Stromquelle und dem Stromverbrauch im Leerlauf in Einklang stehen:

Für Schweißgeräte, die von dreiphasigen Stromquellen mit Gleichstromausgang gespeist werden, gilt: Der Wirkungsgrad der Stromquelle muss mindestens 85 % betragen, und die maximale Leistungsaufnahme im Leerlauf muss 50 W betragen.

Für Schweißgeräte, die von einphasigen Stromquellen mit Gleichstromausgang gespeist werden, gilt: Der Wirkungsgrad der Stromquelle muss mindestens 80 % betragen und die maximale Leistungsaufnahme im Leerlauf muss 50 W betragen. Für Schweißgeräte, die von einphasigen und dreiphasigen Stromquellen mit Wechselstrom (AC) gespeist werden, gilt: Der Mindestwirkungsgrad der Stromquelle muss bei 80 % und die maximale Leistungsaufnahme im Leerlauf muss bei 50 W liegen.

Von den Anbietern von Schweißgeräten wird erwartet, dass sie sich an die aktualisierten

Effizienzanforderungen halten, um sicherzustellen, dass die bereitgestellten Schweißgeräte umweltfreundlicher sind.

Der Energieverbrauch des Produkts und die anderen angegebenen Parameter dürfen sich nach einer Software- oder Firmware-Aktualisierung nicht verschlechtern, wenn sie mit demselben Prüfstandard gemessen werden, der ursprünglich für die Konformitätserklärung verwendet wurde, es sei denn, der Endnutzer hat vor der Aktualisierung ausdrücklich zugestimmt. Die Verweigerung der Aktualisierung darf keine Leistungsänderung zur Folge haben. Ein Software-Update darf niemals dazu führen, dass die Leistung des Produkts so verändert wird, dass es die für die Konformitätserklärung geltenden Ökodesign-Anforderungen nicht mehr erfüllt.

Weitere Informationen über die Richtlinie finden Sie unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1784/oj>

Im Bereich der Berufsausbildung ist der Einsatz von Schweißsimulatoren eine der wichtigsten technologischen Innovationen, die es ermöglichen, Reststoffe zu minimieren.

In vielen Ländern gibt es Erfahrungen mit dem Einsatz dieser Simulationstechnologien. In Polen beispielsweise erwerben die Studierenden der Technischen Universität Krakau die grundlegenden Fähigkeiten und das Know-how des Schweißens durch die Arbeit am Schweißsimulator "VRTEX 360".

Der Schweißsimulator verwendet Virtual-Reality-Technologie, die reale Schweißbedingungen nachbildet. Beim Aufsetzen der VR-Brille wird ein realistischer Blick auf das Schweißbad gezeigt und die Geräusche des echten Schweißens eingespielt. "VRTEX 360" ist auch mit einem Visier in voller Größe und Schweißvorrichtungen ausgestattet. Der Simulator hilft, die Grundlagen des Lichtbogenschweißens zu vermitteln und ermöglicht es den Nutzern, das so genannte Muskelgedächtnis zu erwerben, d. h. die richtigen Handbewegungen zu üben, um u. a. den korrekten Brennerwinkel und Richtung einzuhalten. Das Gerät gibt den Anwendern die Möglichkeit, erweiterte Schweißprozesse, verschiedene Verfahrenstechniken und viele Arten von geschweißten Materialien - primäre und sekundäre - kennenzulernen. Die Studierenden lernen verschiedene Arten von Verbindungen und Einstellungen von Schweißgeräten kennen usw. Dabei entstehen geringere Kosten, weil die Demonstration ohne den tatsächlichen Verbrauch von Materialien und mit reduziertem Energieaufwand auskommt.

Ein sehr nützliches Merkmal des Simulators ist auch die Möglichkeit verschiedene Ausbildungsmodi zu nutzen: Präsentation der Einstellungen der "echten" Maschine, Anweisungen für den Arbeitsplatz, Unterrichtsmodus, das so genannte Demo- Schweißen (Demonstration einer perfekt ausgeführten Verbindung), Aufforderungsmodus während des virtuellen Schweißens, virtueller Biegetest (ermöglicht eine sofortige Bewertung der Korrektheit der Ausführung der Schweißverbindung) oder Wiederholungsmodus. Die letztgenannte Funktion ermöglicht es dem Studierenden und seiner Betreuungsperson, den virtuellen Schweißprozess von Anfang an zu verfolgen, zu überprüfen, wo Fehler entstanden sind und diese leicht zu korrigieren.

<https://www.youtube.com/watch?v=iBwKd6fIRH0&t=4s>

Der Einsatz von Augmented-Reality-Anwendungen für die Ausbildung von Schweißern hilft auch, die Umwelt zu schonen und Kosten zu sparen:

<https://www.youtube.com/watch?v=npdmFfG6ydA>

<https://www.youtube.com/watch?v=6e2pEXL4IXY>

Der Einsatz einer AR-Anwendung für die Ausbildung von Schweißerlehrlingen bei

Volkswagen: <https://www.youtube.com/watch?v=Ypb77z2nk9g>

Das Erasmus+ Projekt DIGIWELD bietet digitale Werkzeuge für Studierende der beruflichen Bildung, Auszubildende in der Schweißtechnik und Schweißer, die mit den neuen Fähigkeiten und Kompetenzen, die für neue Schweißtechnologien erforderlich sind, Schritt halten wollen. Das Projekt bietet ein offenes und innovatives digitales Lernsystem (SIMTRANET) und Lehrmaterial für die Schweißtechnik, das ein flexibles Lernwerkzeug für diejenigen darstellt, die ihre bestehenden Fähigkeiten verbessern möchten. Es umfasst Lehrpläne für die Ausbildung von Schweißern mit Hilfe von Simulatoren und die Aktualisierung der EU-Leitlinien für den europäischen /internationalen Schweißer IAB - 089r5 - 14 sowie ein digitales Werkzeug, das in Simulatoren als Module für die Ausbildung von Lehrlingen (16-20 Jahre alt) eingesetzt werden kann.

Lernmaterialien und Lehrpläne für die Ausbildung mit digitalen Schweißsimulatoren können hier abgerufen werden: <http://www.digiweld.eu/>

Das Projekt "Digital training for European Welding Inspectors" (D-EWI) bietet einen innovativen digitalen Ausbildungskurs für Schweißaufsichtspersonen mit offenen digitalen Bildungsmaterialien, um die Implementierung innovativer digitaler Technologien für das Lehren und Lernen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung im Bereich der Schweißaufsicht zu unterstützen: <https://d-ewiproject.eu/docs/D-EWI%20PR.pdf>

Aufgaben für selbstständiges Lernen

Testen Sie einige der oben beschriebenen Möglichkeiten und Methoden für einen sicheren und nachhaltigen Umgang mit Schweißmaterialien und -hilfsstoffen in Ihrer Arbeitspraxis. Berichten Sie über die folgenden Fragen:

1. Inwieweit funktioniert die angewandte Methode im konkreten Schweißprozess? Wie hoch sind die Einsparungen an Material und Verbrauchsmaterial?
2. Welche Defizite/Herausforderungen gibt es bei der Anwendung dieser Art/Methode des versierten und nachhaltigen Schweißens? Haben Sie Vorschläge, wie man mit diesen Herausforderungen umgehen kann?

Selbstbeurteilung der Lernergebnisse

Analysieren Sie die von Ihnen durchgeführten Schweißarbeiten und beantworten Sie die folgenden Fragen:

1. Wenden Sie Methoden zur sicheren und nachhaltigen Nutzung von Schweißmaterialien und -zusätzen an? Wenn ja, bei welchen Schweißverfahren werden diese Methoden angewandt?
2. Welche Mengen an Schweißmaterial und Verbrauchsmaterialien spare ich normalerweise bei meiner Arbeit ein? Ist das eine feststehende Grenze oder kann man den Verbrauch weiter reduzieren?
3. Welche neuen Methoden und Wege könnte ich anwenden, um den Verbrauch von Schweißmaterialien und Verschleißteilen bei meiner Arbeit?

KURS 3: Geschickte und runde Vorbereitung von Materialien und Werkstücke zum Schweißen.

Umfang und Lernergebnisse des Kurses

Ziel dieses Kurses ist der Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten zur sicheren und umweltfreundlichen Vorbereitung von Metallwerkstücken zum Schweißen.

Nach Abschluss dieses Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:

- umweltfreundliche Verfahren und Materialien für den Kantenschnitt und die Oberflächenvorbereitung von Blechen auszuwählen;
- vorbereitende Arbeiten an den Oberflächen und Kanten der Werkstücke und Bleche auszuwählen, um den Umfang und die Intensität des Schweißprozesses zu reduzieren;
- das Know-how anzuwenden, wie man die Oberflächen und Kanten von Arbeitsblättern vorbereitet, um die Schweißzonen zu minimieren.

Zielpublikum

Lehrer und Ausbilder in der beruflichen Bildung, Auszubildende in der beruflichen Bildung, Schweißer (EQR-Niveau 4).

Lernmaterialien

Thema 1. Umweltfreundliche Verfahren und Werkstoffe für das Schneiden von Kanten und die Oberflächenvorbereitung von Blechen. Vorbereitende Arbeiten an der Oberfläche und den Kanten der Werkstücke und Bleche, um das Volumen und die Intensität des Schweißprozesses zu reduzieren.

1. Vor der Produktion ist eine Materialkontrolle erforderlich, bei der die in der Produktion eingesetzten Bleche bei der Anlieferung auf ihre Oberflächen geprüft werden; die Produktionsvorbereitung beinhaltet den Vergleich der einzelnen Aufträge untereinander, um die Materialausnutzung zu gewährleisten; die Maßhaltigkeit muss mit der VQC-Maschine überprüft und am ersten Stück kontrolliert werden.
2. Die Kantenvorbereitung wird durch die folgenden Parameter bestimmt: 1) Art des Schweißverfahrens 2) Position der Schweißung 3) Zugang für Lichtbogen und Elektrode 4) Volumen des aufgetragenen Schweißguts, das möglichst gering gehalten werden sollte 5) Kosten der Kantenvorbereitung 6) Schrumpfung und Verzug. Für weitere Informationen: <http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/~pmoze/esdep/master/wg03/I0300.htm>.
3. Bei einigen Schweißtechnologien, wie dem Engspaltschweißen, kann die Kantenvorbereitung auch durch Brennschneiden erfolgen, was die Produktivität erhöht und die Reststoffe und Abfälle reduziert.

https://www.cloos.de/public/processes/brochures/EN_Engspaltschweissen.pdf

Thema 2. Vorbereitung der Oberflächen und Kanten von Arbeitsblättern, um die Schweißzonen zu minimieren.

Eine unzureichende Vorbereitung der Metalloberflächen vor dem Schweißen führt sehr oft zu Nichtkonformitäten und unwirtschaftlichem Materialeinsatz und erzeugt zusätzlichen Abfall.

1. Die Reinigung der Materialoberfläche vor dem Schweißen ist sehr wichtig, um Schmutz und Dreck zu entfernen und eine Verunreinigung der Schweißnaht zu verhindern. Diese Maßnahme kann dazu beitragen, die Porosität von Schweißnähten zu vermeiden, da Fett, Öl oder Feuchtigkeit auf der Oberfläche den Einschluss von Schweißgas während des Schweißvorgangs verursacht.
2. Eine gewisse Verunreinigung der geschweißten Oberfläche tritt während des Schweißens auf - Oxidation tritt auf, wenn Sauerstoff ungehindert die Schweißnaht erreicht. Durch die Oxidation der Oberfläche wird das Metall nicht korrosionsbeständig und muss zusätzlich behandelt werden. Um dies zu verhindern, werden beim Spülen der Schweißnähte Sauerstoffmonitore eingesetzt.

Für weitere Informationen: <https://www.aquasolwelding.com/welding-preparation>

Grate, die durch Laser und Stanzen entstanden sind, können mit verschiedenen Flächenschleifmaschinen, Schleifplatten und Rollen mit dem Förderband entfernt werden; Biegen von Teilen. Zur Verringerung des Schleifvolumens empfiehlt sich die Anwendung kalter Formgebungsverfahren und/oder spezielle Schweißtechniken, die es ermöglichen, Grate zu vermeiden, wie z. B. schnelleres Schweißen.

Thema 3. Verwendung von umweltfreundlichem hergestelltem Stahl in den Arbeitsabläufen beim Fügen und Schweißen.

Die Frage der umweltfreundlicheren Stahlproduktionstechnologien und des umweltfreundlicheren Stahls wird von Forschern, Experten und Industrievertretern ziemlich breit diskutiert. Hier ist ein Link zu einem interessanten Artikel zu diesem Thema: https://weldingvalue.com/2021/06/how-ready-are-we-for-green-steel/?ref=rns_cp

Aufgaben für selbstständiges Lernen

Wählen Sie 1 - 2 Materialaufbereitungsverfahren aus, die Sie bei Ihrer Arbeit noch nie angewandt haben, und probieren Sie sie in Anwesenheit eines Vorgesetzten, Technikers oder Ingenieurs aus. Berichten Sie über die Ergebnisse der Tests, indem Sie angeben, ob sie erfolgreich waren, welche Auswirkungen sie auf den Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien haben, welche Probleme oder Herausforderungen bei der Anwendung der gewählten Empfehlung aufgetreten sind und wie diese Probleme gelöst werden können.

Selbstbeurteilung der Lernergebnisse

Untersuchen und diskutieren Sie die von Ihnen angewandten Prozesse und Verfahren der Oberflächen- und Kantenbearbeitung im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit den Grundsätzen nachhaltiger Leistung, indem Sie die folgenden Fragen beantworten:

1. Inwieweit tragen die angewandten Verfahren zur Oberflächenvorbereitung und zum Kantenschneiden dazu bei, das Schweißvolumen und den damit verbundenen Energiebedarf zu verringern?
2. Welche Art von Abfall entsteht bei der Oberflächenvorbereitung und beim Kantenschneiden? Wie hoch sind die durchschnittlichen Mengen dieser Reststoffe?
3. Ist es möglich, die Oberflächenvorbereitung und das Kantenschneiden zu überspringen/umzugehen, indem die Schweißparameter geändert werden?
4. Was sind die Vor-/Nachteile einer solchen Lösung?

KURS 4: Geschickte und zirkuläre Schweiß- und Fügeverfahren.

Umfang und Lernergebnisse des Kurses

Ziel dieses Kurses ist es, Kenntnisse und Fertigkeiten in der Anwendung von intelligenten und zirkulären technologischen Lösungen von Schweißverfahren zu erwerben. Nach Abschluss dieses Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:

- Merkmale intelligenter und zirkulärer Lösungen und Schweißverfahren zu erkennen; zu wissen, wie man die im Schweißverfahren festgelegten Grenzen der thermischen Belastung einhält;
- das Know-how über sichere Schweißverfahren (Impulsverfahren, synergetische Verfahren, Unterpulverschweißen und seine Kombinationen, Kontaktschweißen anstelle von Vollfugenschweißen) anzuwenden;
- CNC-Verfahren (Plasmaschneider, Laser) anzuwenden, um die schädlichen Auswirkungen von Schweißverfahren auf den Betrieb in den anderen Phasen zu begrenzen (z. B. Bearbeitung im geschlossenen Maschinenraum).

Zielpublikum

Lehrer und Ausbilder in der beruflichen Bildung, Auszubildende in der beruflichen Bildung, Schweißer (EQR-Niveau 4).

Lernmaterialien

Thema 1. Die Merkmale sicherer und zirkulärer, technologischer Lösungen und Schweißverfahren.

Die Nachhaltigkeit des Schweißens hängt von der Schweißgeschwindigkeit, den Kosten des Schweißsystems, der Qualität des Rohmaterials, der Verarbeitungszeit, den verwendeten Schweißzusätzen und der Nahtqualität ab.

Die Herstellung der Komponenten und Verbrauchsmaterialien des Schweißsystems spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, da sie die Gewinnung von Rohstoffen erfordert.

Was die Rolle der angewandten Schweißtechnologien und -ausrüstungen anbelangt, so tragen die Zuverlässigkeit und Vielseitigkeit der Schweißsysteme zur Effizienz der Schweißprozesse bei, indem sie es den Bedienern ermöglichen, durch den Einsatz geeigneter Technologien die Schweißgeschwindigkeit zu erhöhen und gleichzeitig eine gleichbleibend hohe Qualität und ideale Bedingungen aufrechtzuerhalten. Dies ermöglicht den Verzicht auf ganze Produktionszellen und trägt dazu bei, den Verbrauch von Energie und Produktionsmitteln zu reduzieren.

Technologische Lösungen in den verschiedenen Schweißverfahren können helfen, die Menge von Reststoffen zu verringern und die Effizienz

der Arbeit zu verbessern. Zum Beispiel hilft der Einsatz von Verfahren mit endlosen Elektroden (MAG), die Reststoffe der geschweißten Elektroden und Pausen für den Elektrodenwechsel zu vermeiden. Diese und andere MAG- Verfahren sind sehr nachhaltig und sauber, ebenso wie das Laser-Metall- Lichtbogenschweißen, denn sie sind sehr schnell und benötigen weniger Schweißzusatzwerkstoff.

Parameter des Schweißprozesses, die zur Verringerung der Schadstoffemissionen beitragen:

1. **Stromstärke:** Beginnen Sie das Schweißen mit der niedrigstmöglichen Stromstärke, die einen ausreichenden Einbrand ermöglicht.
2. **Gasverbrauch:** Verwenden Sie kein 100%iges CO₂-Gas anstelle einer Argon-Gasmischung, da dies die Hitze im Lichtbogen erhöht und zu mehr Metallverdampfung und Rauch führt.
3. **Sauberkeit der Metalloberfläche vor dem Schweißen:** Reinigen Sie die Metalloberfläche vor dem Schweißen ordnungsgemäß, um Dämpfe zu vermeiden, und entfernen Sie insbesondere Rückstände von Lösungsmitteln, Farbe, Öl, Rostschutzmitteln und Zink auf verzinktem Stahl. Verwenden Sie ein Abbeizmittel, um die Verunreinigungen und Rückstände zu entfernen, bevor Sie mit dem Schweißen beginnen.
4. **Schweißausrüstung:** Bei der Auswahl der Schweißausrüstung sollte ein Unternehmen auf die Umweltauswirkungen des Schweißprozesses achten und darauf, wie die Ausrüstung dazu beiträgt, diese zu verringern.

Hier sind einige Tipps für wirtschaftlich sinnvolle Schweißverfahren:

1. Vermeiden Sie Überschweißungen, indem Sie die richtige Dimensionierung der Schweißnähte kontrollieren und Drucke verwenden.
2. Reduzieren Sie die Menge der Verstärkung in den mehrlagigen Schweißnähten einer Rillenverbindung, indem Sie knapp über der Bündigkeit ansetzen, um eine Unterfüllung zu vermeiden.
3. Verwenden Sie die richtige Polarität - bei Anwendungen, bei denen die Penetration nicht wichtig oder erwünscht ist, wie z. B. beim Auftragsschweißen, verwenden Sie Gleichstrom, um höhere Abscheideraten zu erzielen.
4. Verringern Sie die Lücken, die das erforderliche Schweißvolumen erhöhen, um die gleiche Tragfähigkeit zu erreichen.
5. Kontrollieren Sie den Schutzgasverbrauch, indem Sie nicht mehr Durchfluss als nötig verwenden und auf Schwankungen und Lecks achten.
6. Erhöhen Sie den Elektrodendurchmesser beim Stick- oder Mig-Schweißen, um höhere Abschmelzraten zu erzielen.
7. Erwägen Sie nach Rücksprache mit den Ingenieuren, die Schweißnähte, die nicht die volle Last der Konstruktion übertragen, mit einer unterbrochenen statt einer durchgehenden Kehlnaht zu versehen.
8. Wählen Sie je nach Anwendung das richtige Verfahren.
9. Richtiges Positionieren der Arbeit für optimale Effizienz durch maximales Schweißen in der flachen oder horizontalen Position.

10. Vorrichtungen verwenden.

11. Verwenden Sie Verfahren und Prozesse, die Spritzer vermeiden - erwägen Sie die Verwendung von 90/10 Gas anstelle von C25 oder 100% CO2 sowie Impulsschweißen anstelle von CV-Schweißen.

12. Halten Sie Ihre Schweißausrüstung in gutem Zustand.

Für weitere Informationen: 12 Ideen zur Senkung der Schweißkosten | SCHWEISSEN ANTWORTEN Wenden Sie Schweißverfahren an, die keine mechanische Vorbereitung der Oberflächen vor dem Schweißen erfordern, z. B. spezielle Lichtbogen-EWM zum Schweißen von Stahl.

Für weitere Informationen: Umweltverträgliche Schweißverfahren zur Minimierung der Umweltverschmutzung (blueandgreentomorrow.com)

13. Die Qualität und die Umweltauswirkungen des Beizens von Schweißnähten hängen in hohem Maße von der Qualität der Reinigung der Oberfläche nach dem Schweißen ab (verbleibende Schlacken vor dem Beizen erfordern zusätzliche Beizvorgänge mit negativen Umweltauswirkungen). Daher ist es notwendig, die Oberfläche der geschweißten Teile vor dem Beizen gründlich zu säubern.

14. Die Oberflächenbehandlung durch Anstrich erfordert eine optimale Berechnung der benötigten Farbmenge und die Wahl des optimalen Anstrichsystems (C2, C3, C4, C5) entsprechend der Korrosivität der Umgebung, in der das Produkt verwendet wird, um einen übermäßigen Anstrich zu vermeiden.

15. Die Verwendung von Metallstrahlen für die Oberflächenbehandlung ist im Vergleich zum Sandstrahlen umweltfreundlicher, da es sich um einen wiederholten Einsatz von Strahlmitteln handelt.

16. Die Verwendung von X-Schweißnähten trägt dazu bei, die Schweißzonen zu minimieren und den Umfang der nachfolgenden Oberflächenbehandlung der Schweißnähte zu verringern.

17. Die Verwendung von Fräsern und Schleifplatten für die Oberflächenbehandlung und Endbearbeitung von Schweißnähten hilft, den Einsatz von Schleifmitteln zu reduzieren.

18. Der Verbrauch von Schweißgasen kann durch den Einsatz spezieller Schutzventile deutlich reduziert werden

<https://www.youtube.com/watch?v=TikJL1VSp3Q>

Durch Öffnen dieser Ventile kann die Gasmenge eingestellt werden. Eine praktische Faustformel hierfür: Gasmenge (Liter/Minute) = Drahtdurchmesser (Millimeter) x10. Wird beispielsweise eine Drahtelektrode mit einem Durchmesser von einem Millimeter verwendet, reichen in einer geschlossenen Werkstatt zehn Liter pro Minute aus. Wenn es zieht, ist etwas mehr Gas erforderlich. <https://blog.perfectwelding.fronius.com/en/welder-settings/>

19. Verwendung von Werkzeugen zur Bestimmung der optimalen Schweißparameter: <https://weldingvalue.com/2020/03/find-right-tig-welding-parameters/#27e461fb>

*Thema 2. Typische sichere Schweißverfahren (Impulsverfahren, synergetische Verfahren, Unterpulverschweißen und seine Kombinationen, Kontaktschweißen anstelle von Vollfugenschweißen). **Unterpulverschweißen (SAW)***

Deutsche Forscher schlagen vor, dass LAHW die beste Option beim Schweißen eines 20 mm dicken Blechs aus Baustahl ist. LAHW hat geringere Umweltauswirkungen, da die hohe Leistungsdichte Schweißen mit einer geringen Anzahl von Schweißnähten und geringerem Strom- und Gasverbrauch, dafür aber einer hohen Schweißgeschwindigkeit und hohen Produktivität, erlaubt.

Diesen Autoren zufolge wird die geringere Umweltbelastung beim LAHW-Verfahren durch das bessere Verhältnis zwischen verbrauchter Energie und Schweißzeit gewährleistet, wenn die geringe Effizienz durch die Einsparung von Schweißzeit überkompensiert wird. Der Schweißzusatzwerkstoff und die elektrische Energie können durch eine Vergrößerung der Wurzelflächenbreite und einen kleineren Öffnungswinkel optimiert werden. Der Stromverbrauch könnte durch eine Erhöhung des Wirkungsgrads der Strahlquelle erheblich gesenkt werden. Es wurde auch festgestellt, dass das MMAW-Verfahren aufgrund der geringen Leistung, der erforderlichen Kantenvorbereitung und der Verschmutzung der Elektroden zu den größten Umweltauswirkungen führt. Diese Auswirkungen können durch die Anwendung kleinerer Wurzelspalte und Öffnungswinkel minimiert werden.

Die Verringerung des Öffnungswinkels führt zu einer Verringerung der Umweltauswirkungen um etwa 40 %.

Sproesser et al. weisen auch darauf hin, dass Schweißroboterbewegungen für alle Technologien einen geringeren Stromverbrauch erfordern. Die Bevorzugung einer LCA-Technologie aufgrund positiver Umwelteffekte sollte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen an den Schweißprozess, wie z. B. die Kantenvorbereitung, verschiedene Schweißpositionen und die Mobilität der Ausrüstung, bewertet werden.

Schweißer, die mit manuellen Schweißverfahren arbeiten, sind höheren Gesundheitsrisiken ausgesetzt als bei automatischen Verfahren, was dafür spricht, die Anwendung manueller Schweißverfahren zu minimieren und Schweißer bei automatischen Schweißverfahren aus der Prozesszone herauszuhalten. Die Bewertung der Gesundheitsrisiken beim Schweißen sollte sich nicht auf die Auswirkungen von Schweißrauch beschränken, sondern auch andere Faktoren wie elektrische, thermische und Strahlungsgefahren am Arbeitsplatz einbeziehen.

Der Einsatz des Unterpulverschweißens bei dicken Blechen trägt dazu bei, den vorbereitenden Kantenschnitt der Bleche einzusparen und die mit diesem Verfahren verbundenen Emissionen zu verringern.

Für weitere Informationen: Sproesser, G., Chang, YJ., Pittner, A., Finkbeiner, M., Rethmeier, M. (2017). Nachhaltige Technologien für das Schweißen von dicken Blechen. In: Stark, R., Seliger, G., Bonvoisin, J. (eds) Sustainable Manufacturing. Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48514-0_5

Nimker und Wattal (2020) untersuchten die Verwendung von Schlacke beim Unterpulverschweißen (UP) als frisches Flussmittel für die Nachhaltigkeit. Bei ihren Tests fügten sie der zerkleinerten Schlacke bestimmte Legierungselemente hinzu, um die resultierende Zusammensetzung des Schweißguts gemäß American Welding

Society (AWS) A5.17 und Betriebseigenschaften wie Lichtbogenstabilität einzustellen. Durch die Auswahl kontrollierbarer Variablen wie Schweißgeschwindigkeit, Lichtbogenstrom, Drahtvorschubgeschwindigkeit und Abstand zwischen Düse und Platte als Prozessparameter verglichen sie die mit frischem Flussmittel, reiner Schlacke und recycelter Schlacke hergestellten Schweißnähte.

Die Analyse der mechanischen Festigkeit, des Mikrogefüges und der Schweißnahtdefekte zeigt signifikante

Verbesserung der mit rezyklierte Schlacke hergestellten Schweißproben, während Zugfestigkeit und Kerbschlagbiegeversuche ergaben, dass die mit rezyklierte Schlacke hergestellten Schweißnähte die AWS-Anforderungen erfüllen können.

Für weitere Informationen: Deepanjali Nimker & Reeta Wattal (2020) Recycling of submerged arc welding slag for sustainability, Production & Manufacturing Research, 8:1, 182-195, DOI: 10.1080/21693277.2020.1774813

Beim MAG-Schweißen hilft die Verwendung von Schutzgas (Mischgas: Argon [eigenes Silo] 92%+ Co₂ & Sauerstoff), Spritzer zu vermeiden und einen besseren Einbrand zu erzielen; fokussierter Lichtbogen (1000 Grad) vermeidet Strahlungswärme auf dem Werkstück; Temperaturanstieg 1-2 Grad in einem Abstand von 30 cm vom Körper.

Schnelleres Schweißen hilft auch, Schweißmaterial einzusparen und Emissionen zu reduzieren. Allerdings birgt es das Risiko von Fehlern und Nichtkonformitäten, was den Verbrauch von Material, Verbrauchsmaterial und Abfall beim Schweißprozess erhöhen kann.

Das Impulsregime beim Schweißen hilft, die Wärmezufuhr zu kontrollieren und das Energievolumen zu regulieren, indem synergetische Schweißregime verwendet werden. Dies hilft, den Energieverbrauch zu optimieren. Verwendung des Unterpulverschweißens oder Kombination von Schweißverfahren mit Unterpulverschweißen für das Schweißen von Blechen mit großer Dicke (z.B. beim Schweißen von 100 mm dicken Blechen wird die Wurzel der Schweißnaht durch halbautomatisches Schweißen geschweißt, die restliche Schweißnaht wird mit dem Traktor des Unterpulverschweißens unter Verwendung eines Drahtes mit 4 mm Durchmesser geschweißt), ermöglicht es, die Anzahl der Schweißgänge zu reduzieren. Der verstärkte Einsatz des Kontaktschweißens (Punktschweißen) anstelle des Vollnahtschweißens trägt ebenfalls zur Einsparung von Schweißzusatzstoffen und Zeit bei.

Weitere nachhaltige Schweißverfahren sind Reibschweißen, Vakuumlöten und Diffusionsschweißen. Beim Reibschweißen wird die thermische Energie der Reibung genutzt, so dass kein Flussmittel und keine Hilfsstoffe benötigt werden. Beim Vakuumlöten wird Wasserstoff zum Schweißen verwendet, und beim Diffusionsschweißen werden Druck und Wärme kombiniert, um qualitativ hochwertige Verbindungen herzustellen, wobei ebenfalls kein Flussmittel benötigt wird.

Auch die Organisation der Schweißarbeit kann die Nachhaltigkeit der Schweißprozesse erheblich verbessern. Hier können verschiedene Ansätze der schlanken Arbeitsorganisation angewendet werden.

Manzanares-Cañizares et al. (2015) analysieren die Anwendung der schlanken 5S- Methode in der Arbeitsorganisation beim Schweißen. Die 5S-Methodik zielt darauf ab, die Organisation, Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz zu verbessern und zu erhalten. Ziel ist es, die Arbeitsbedingungen zu verbessern, indem die Sicherheit durch die Beseitigung oder Minderung von Risiken erhöht wird. In unserem Fall verfolgt die Methodik einen doppelten Zweck: Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch Verringerung der Risiken für die an der Herstellung der Produkte beteiligten Personen und gleichzeitig Verringerung des Risikos von fehlerhaften Schweißnähten. Die Methodik basiert auf der ganzheitlichen Analyse und Kontrolle der Schweißprozesse in der Produktion anhand der 5 Phasen der schlanken Arbeitsorganisation:

SORT (Sortieren): Identifizierung und Trennung von (nicht) notwendigen Materialien, wobei letztere aussortiert werden;

SET IN ORDER (Ordnung schaffen): Legen Sie fest, wie die benötigten Materialien zu platzieren und zu kennzeichnen sind, damit sie leicht und schnell gefunden, verwendet und nachgefüllt werden können;

SHINE (Säubern): Erkennen und Beseitigen von Schmutzquellen, Gewährleistung der Sauberkeit von Geräten und Arbeitsplätzen;

STANDARDISE (Standardisieren): Unterscheidung zwischen normalen und abnormalen Produktionssituationen durch Anwendung einfacher Regeln

SUSTAIN (Erhalten): Arbeit mit den in den vorangegangenen Phasen aufgestellten Regeln und Prinzipien.

Die Studie von Manzanares-Cañizares et al. (2022) zeigt, dass die Anwendung dieser Methodik bei der Organisation der Arbeitsabläufe beim Schweißen die Nachhaltigkeit der Schweißprozesse erheblich verbessern kann, indem unnötige Transportvorgänge innerhalb des Unternehmens reduziert werden, die Materiallagerung verbessert wird, die Verunreinigung von Blechen und Schweißzusatzwerkstoffen verhindert wird, Kreuzkontaminationen bei der Verwendung verschiedener Materialien vermieden werden, Nichtkonformitäten beim Schweißen reduziert werden und die ergonomischen Arbeitsbedingungen verbessert werden. Für weitere Informationen:

Manzanares-Cañizares, C.; Sánchez-Lite, A.; Rosales-Prieto, V.F.; Fuentes-Bargues, J.L.; González-Gaya, C. A 5S Lean Strategy for a Sustainable Welding Process. Nachhaltigkeit 2022, 14, 6499. <https://doi.org/10.3390/su14116499>.

Aufgaben für selbstständiges Lernen

Wählen Sie 1 -2 beschriebene sichere Schweißverfahren aus, die Sie bei Ihrer Arbeit noch nie angewandt haben, und probieren Sie sie in Anwesenheit eines Vorgesetzten, Technikers oder Ingenieurs aus. Berichten Sie über die Ergebnisse des Tests, indem Sie angeben, ob er erfolgreich war, welche Auswirkungen er auf den Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien hatte, welche Probleme oder Herausforderungen bei der Anwendung der gewählten Empfehlung aufgetreten sind und wie diese Probleme gelöst werden konnten.

Selbstbeurteilung der Lernergebnisse

Welche wirtschaftlich sinnvollen Schweißverfahren und -tips sind für die von Ihnen praktizierten Schweißprozesse am relevantesten und geeignetsten? Und warum?
Welche Einsparungen können durch die Anwendung der von Ihnen bevorzugten sicheren Schweißverfahren erzielt werden? Wie können diese Einsparungen beibehalten und gesteigert werden?

KURS 5: Kontrolle der Verwendung von Schweißmaterialien und -hilfsstoffen für das zirkuläre Schweißen

Umfang und Lernergebnisse des Kurses

Ziel dieses Kurses ist es, Kenntnisse und Fähigkeiten zur Kontrolle und Verteilung von Materialien und Schweißzusatzstoffen nach den Grundsätzen der Circular Economy zu erwerben.

Nach Abschluss dieses Kurses werden die Teilnehmenden in der Lage sein:

- übermäßigen Verbrauch von Materialien und Schweißzusatzstoffen rechtzeitig zu erkennen und zu melden;
- eine ordnungsgemäße Qualitätskontrolle der Bleche zu organisieren und zu vermeiden, dass an der Qualität der Metalle gespart wird, indem billige und minderwertige Materialien (z. B. verrostet, verunreinigt) verwendet werden;
- mit Genehmigung/Aufsicht der Schweißfachingenieure weniger "verunreinigende" Schweißzusatzwerkstoffe, wie z. B. massive Schweißdrähte, die viel weniger Emissionen erzeugen als "pulverförmige" Schweißzusatzwerkstoffe zu wählen und zu verwenden.

Zielpublikum

Lehrer und Ausbilder in der beruflichen Bildung, Schweißaufsichtspersonen und Techniker (EQR-Niveau 5).

Lernmaterialien

Thema 1. Rechtzeitiges Erkennen und Melden von übermäßigem Verbrauch von Materialien und Schweißzusatzwerkstoffen.

In dem Artikel "**How To Reduce Energy Consumption When Welding**" (26. April 2022) ("Wie man den Energieverbrauch beim Schweißen reduzieren kann") analysieren die Autoren die Möglichkeiten zur Einsparung von Energiekosten angesichts der erheblichen Auswirkungen des Schweißens auf den übermäßigen Energieverbrauch, der sich nachteilig auf die globale Erwärmung auswirkt. Sie geben vier Tipps zur Senkung des Energieverbrauchs beim Schweißen:

1. Prüfung der Stromeffizienz von Schweißgeräten, Berechnung der Gesamtbetriebskosten des Stromverbrauchs der Geräte beim Schweißen und bei Leerlauf, um über den Ersatz der derzeitigen Schweißausrüstung

- durch die neuesten Schweißgeräte mit höherer Energieeffizienz, nachhaltigen Schutzgasen und anderen Verbesserungen zu entscheiden.
2. Reduzierung des Stromverbrauchs im Leerlauf durch den Einsatz eingebauter Kühlsysteme, die den Stromverbrauch im Leerlauf unterbrechen, was einen Wirkungsgrad von mehr als 80 % im Leerlauf ermöglicht, Anwendung des Standby-Modus bei älteren Schweißgeräten oder Abschaltung der Stromversorgung, wenn das Schweißgerät im Leerlauf ist.
 3. Durch den Einsatz der Invertertechnologie, die es ermöglicht, mit einer viel geringeren Eingangsleistung eine höhere Ausgangsleistung zu erzeugen, wenn die Eingangsleistung in Gleichstrom umgewandelt wird, wird die Eingangsleistung erheblich reduziert und die Gesamtenergieeffizienz erhöht.
 4. Stromüberwachungsinstrumenten helfen, den Stromverbrauch während des Schweißprozesses zu verfolgen, insbesondere durch die Anwendung von Software und internetbasierten Anwendungen in diesem Bereich, die die Schlüsseldaten, einschließlich der Spannung, des Schweißbogens, der Wärmeinformationen usw. liefern. So können relevante Entscheidungen über Energieeinsparungen getroffen werden. Die meisten dieser Tools verfügen über eine benutzerfreundliche Schnittstelle mit einfachen digitalen Bedienelementen, die einen einfachen Zugriff auf die verfügbaren Statistiken ermöglichen.

Weitere Informationen: <https://usgreentechnology.com/how-to-reduce-energy-verbrauch-beim-schweißen-2/>

Schweißmaterialien können durch die Befolgung der nachstehenden Empfehlungen auf nachhaltige Weise kontrolliert werden:

1. Das Planungsdokument für den Einsatz von Schweißmaterial sollte von Schweißingenieuren oder anderen verantwortlichen Mitarbeitern erstellt werden und als Grundlage für die Ausgabe von Schweißmaterial für einen bestimmten Zeitraum (Woche, 2 Wochen, etc.) dienen.
2. Der Feuchtigkeitsgehalt von Schweißelektroden sollte vor der Ausgabe überprüft und die Elektroden bei Bedarf nachgetrocknet werden. Die Vorarbeiter erstellen für jeden Schweißer ein spezielles Formular oder Dokument für die Freigabe von Schweißmaterial, das die Trennung der verschiedenen Elektrodentypen (z. B. niedrig legierte/wasserstoffarme Elektroden) vorsehen sollte.
3. Die Elektroden verschiedener Typen und Eigenschaften sollten an den Arbeitsplätzen in verschiedenen Boxen aufbewahrt werden, um Missbrauch zu vermeiden.

4. Die Elektroden verschiedener Typen und Eigenschaften sollten an den Arbeitsplätzen in verschiedenen Boxen aufbewahrt werden, um Missbrauch zu vermeiden.
5. Unbenutzte und beschädigte Elektroden sollten in den speziellen Boxen oder Behältern zur Wiederverwendung oder zum Recycling gesammelt werden.
6. Schweißzusatzwerkstoffe sollten ordnungsgemäß bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 70 % gelagert werden, wobei sie vor Witterungseinflüssen oder anderen ungünstigen Bedingungen zu schützen sind. Die Lagereinrichtungen sollten so installiert werden, dass die Temperatur konstant gehalten wird, wenn die Außentemperatur schwankt (Heizung, Klimaanlage).

Für weitere Informationen:

<https://www.canadianmetalworking.com/canadianfabricatingandwelding/product/welding/managing-welding-consumables>

Thema 2: Auswahl und Verwendung von weniger "verunreinigenden" Schweißzusatzwerkstoffen, wie z. B. Massivdrähte, die viel weniger Emissionen erzeugen als bei der Verwendung von Schweißdraht auf "Pulver"-Basis.

Derzeit gibt es verschiedene Optionen und technologische Lösungen zur Verringerung der negativen Umweltauswirkungen von Schweißzusatzwerkstoffen, insbesondere im Hinblick auf die Verschmutzung von Schweißarbeitsplätzen und der Umwelt durch den Rauch aus der Verwendung von Schweißelektroden.

So kann beispielsweise der Schweißrauch durch eine Nanobeschichtung herkömmlicher Schweißelektroden mit Aluminium reduziert werden (Sivapirakasm, 2015). Ein Kernschweißdraht wird vor der Flussmittelbeschichtung in ein Sol getaucht, das Aluminiumisopropoxid enthält, um eine dünne Schicht aus Nano-Aluminiumoxid-Beschichtung zu erhalten. Solche nanobeschichteten Elektroden verringern die Rauchgaskonzentration im Atembereich des Schweißers um bis zu 62 %, wenn sie im Vergleich zu unbeschichteten Gegenständen getestet werden. Es wurde eine erhebliche Verringerung der Konzentration von metallischen Bestandteilen im Rauch umhüllter Elektroden festgestellt:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615008653>

Ebenso können mit Kupfer abgedeckte Elektroden verwendet werden, die ebenfalls die Rauchentwicklung an den Arbeitsplätzen reduzieren: <https://www.welding-alloys.com/news/sustainability-starts-at-the-cored-wire/>

Beschreiben und erörtern Sie Ihre derzeit angewandten Verfahren und Praktiken zur Kontrolle des Verbrauchs von Schweißmaterial und -zusätzen. Inwieweit tragen diese Verfahren und Praktiken dazu bei, Materialien und Verbrauchsmaterialien beim Schweißen zu sparen?

Selbstbeurteilung der Lernergebnisse

Wie kontrollieren Sie den Verbrauch von Materialien und von Verschleißteilen beim Schweißen? Wie informieren Sie die Schweißer über die Risiken eines übermäßigen Verbrauchs und leiten sie an, wie sie mit diesen Risiken umgehen können?

Neigen Sie dazu, weniger "verunreinigende" Schweißzusatzwerkstoffe auszuwählen und zu verwenden, wie z. B. massive Schweißdrähte, die viel weniger Emissionen erzeugen als bei der Verwendung von Schweißdraht auf "Pulver"-Basis? Welches sind die Faktoren, die für eine solche Entscheidung sprechen?

Welche Faktoren sprechen gegen die Verwendung von weniger "verunreinigenden" Schweißzusatzwerkstoffen?