



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

NR: 2020-1DE02-KA202-007578
Duration: 1.09.2020 - 31.08.2023
Financed by European Union

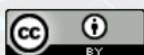


CEMIVET

ERASMUS+ Programme Key Action2: Strategic Partnerships
'Circular Economy in Metal Industries VET'
2020-1-DE02-KA202-007578

IO1 Analysis of the welding work process in seeking to identify the potential of application of the principles of circular economy and their implications for the competence needs

REPORT





BERICHT

**Analyse von Schweiß-Arbeitsprozessen, um Anwendungspotenziale von
Kreislaufwirtschafts-Prinzipien und deren Auswirkungen auf Kompetenzbedarfe
zu ermitteln**

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

1. EINLEITUNG

Die Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in den Arbeitsprozessen und die damit verbundene Neugestaltung der Arbeitsprozesse sind wichtige Faktoren, die die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft in den verschiedenen Sektoren, insbesondere in der Industrie, bestimmen.

Arbeit ist neben dem Konsum eine der wichtigsten Quellen und Bereiche unterschiedlicher Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft. Der Umgang mit den ökologischen Herausforderungen und den damit verbundenen sozio-ökonomischen Auswirkungen erfordert auch erhebliche Veränderungen in der Gestaltung der Arbeitsprozesse, insbesondere in Bezug auf technologische, ergonomische, anthropologische, organisatorische und verwaltungstechnische Aspekte der Arbeit.

Die Umsetzung und Entwicklung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft erfordert eine proaktive und konstruktive Herangehensweise an den Arbeitsprozess, einschließlich einer kritischen Analyse und Anpassung der verschiedenen Parameter des Arbeitsprozesses, wie z. B. Technologien, Arbeitsorganisation, Arbeitsobjekte (Produkte und Dienstleistungen), Anforderungen an die Arbeitsprozesse, die von den Unternehmen, Verbrauchern und Behörden gestellt werden, Einstellungen des Arbeitnehmers, Kommunikation bei der Arbeit usw.

Daraus ergeben sich wiederum neue Kompetenzanforderungen, die bei der Gestaltung der beruflichen Curricula sowohl in der beruflichen Erstausbildung als auch in der beruflichen Weiterbildung berücksichtigt werden müssen. Auch hier ist die Umsetzung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in den Arbeitsprozessen als ein offenes und sehr vielfältiges Phänomen zu betrachten, das unterschiedliche Formen annehmen kann. Zum Beispiel können Prinzipien der Kreislaufwirtschaft aufgrund des Drucks der Gesetzgebung und der öffentlichen Regulierung wirtschaftlicher Aktivitäten eingeführt werden, oder aufgrund der verschiedenen finanziellen und steuerlichen Anreize, die von den öffentlichen Behörden initiiert werden (top-down), sowie durch die Initiativen der sozialen Verantwortung des Unternehmens, als auch durch die persönlichen Initiativen der Mitarbeiter (bottom-up). Es kann auch verschiedene versteckte oder stillschweigende Praktiken der Arbeitsausführung geben, die zu den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft "passen", aber vom Unternehmen oder den Arbeitern nicht als solche erkannt werden, z. B. die Anwendung solcher Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (Muirhead), wie Modularität, offene Designstandards, Open Source Design, offene Daten und Transparenz, die durch die Verfolgung von wirtschaftlichen oder Marketingzielen angewendet werden und nicht als wertvolle Arbeitspraktiken mit positiven Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesellschaft erkannt werden. Die Offenlegung solcher Praktiken und ihre Explizitmachung könnte als Quelle von Know-how und Inspiration für die Verbesserung und Entwicklung des Arbeitsprozessdesigns dienen.

Das Hauptziel dieses Arbeitspaketes ist es, die Möglichkeiten der Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Arbeitsprozess des Schweißens zu identifizieren. Dieses Ziel soll erreicht werden durch:

1. Offenlegung der bestehenden Praktiken der Neugestaltung oder Verbesserung von Schweißarbeitsabläufen, die den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft folgen.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

2. Identifizierung der Fähigkeiten/Kompetenzbedürfnisse, die durch die Anwendung der Prinzipien und Praktiken der Kreislaufwirtschaft entstehen.
3. Erarbeitung des zugehörigen Kompetenzprofils, das als Quelle für die Gestaltung und Anpassung der Berufsbildungscurricula (sowohl für die berufliche Erstausbildung als auch für die Weiterbildung) dienen kann.

2. IMPLEMENTIERUNG DER PRINZIPIEN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT IN DEN ARBEITSPROZESS DES SCHWEISSENS: THEORETISCHER RAHMEN

Der Arbeitsprozess des Schweißens wird als komplexer Arbeitsprozess definiert, der alle Berufe, Tätigkeiten und Qualifikationen umfasst, die mit dem Schweißen in der metallverarbeitenden Industrie und im Maschinenbau in Verbindung stehen, wie z. B. qualifizierte Schweißer (EQR-Niveau 3), hochqualifizierte Schweißer/Schweißer (EQR-Niveau 4), hochqualifizierte und spezialisierte Schweißer oder Schweißler, z. B. Bediener von automatischen und robotergestützten Schweißanlagen (EQR-Niveau 5), Schweißtechniker und Ingenieure (EQR-Niveau 6 und 7). Es kann die folgende Struktur der Arbeitsprozesse des Schweißens vorgeschlagen werden, der bei der Analyse zu folgen ist (Abbildung 1):

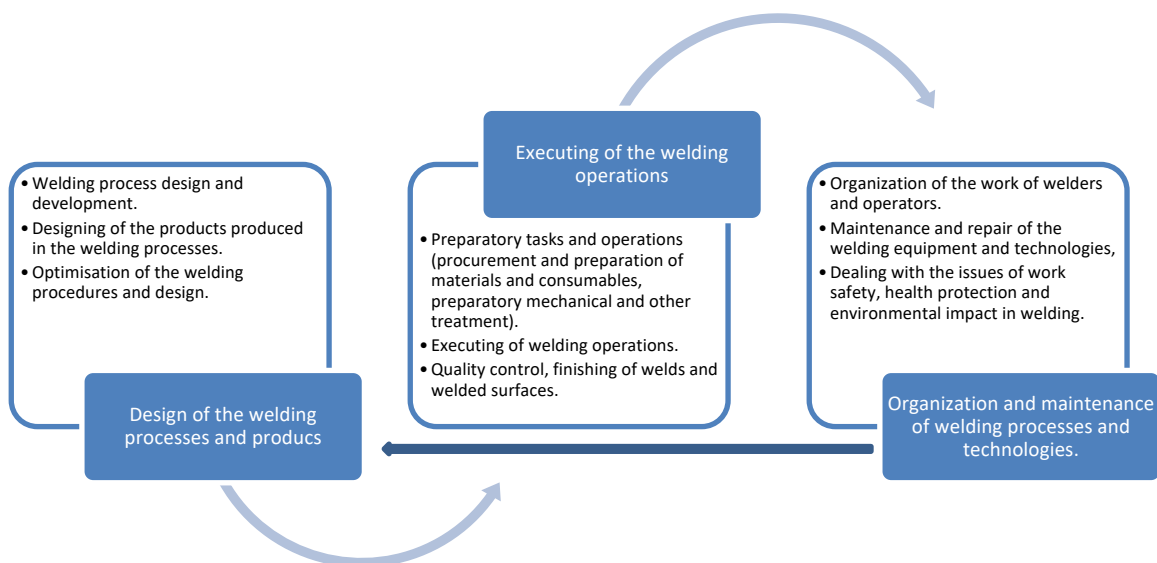


Bild 1. Struktur der Arbeitsabläufe beim Schweißen

Die Methodik dieser Analyse stützt sich auf mehrere wichtige theoretische Modelle. Eines dieser Modelle ist das "Daughnut-Modell der sozialen und planetarischen Grenzen", das von der Ökonomin Kate Raworth (2017) von der Universität Oxford vorgeschlagen wurde. Dieses Modell versucht, die Herausforderung des Ausgleichs zwischen der Befriedigung der lebensnotwendigen Bedürfnisse (Defizite) von einer Seite und dem Umgang mit der kollektiven Überschreitung des Drucks wirtschaftlicher Aktivitäten auf die grundlegenden lebenserhaltenden Systeme der Erde, wie stabiles Klima, fruchtbare Böden, Biodiversität usw., zu umrahmen (Abbildung 2).

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

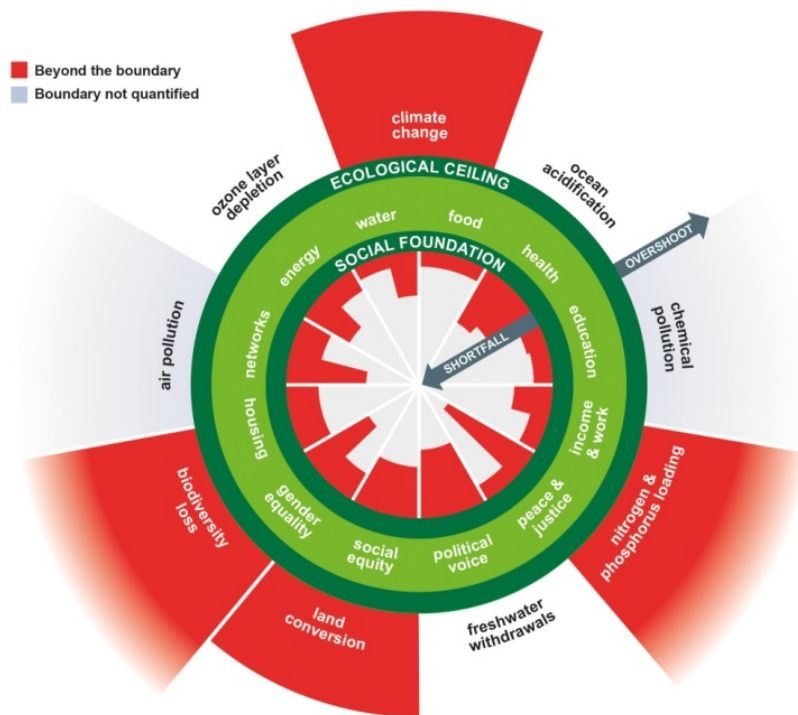


Abbildung 2. Die Daugnut der sozialen und planetarischen Grenzen (Raworth, 2017).

Dieses Modell behauptet, dass es notwendig ist, die wirtschaftlichen und sozialen Aktivitäten und Systeme neu zu justieren, um sie in den Raum zwischen den sozialen Grenzen, die durch die minimalen sozialen Standards oder das soziale Fundament auf der einen Seite definiert sind, und der ökologischen Obergrenze, die aus den wichtigsten planetarischen Grenzen besteht, einzupassen.

Inwieweit und wie ist dieses Modell für die Analyse der industriellen Arbeitsprozesse geeignet? Das Daugnut-Modell kann als Referenz für die Erforschung des Ausgleichs zwischen den sozialen Grundlagen (Defizite) und der ökologischen Obergrenze auf der Ebene des Arbeitsprozesses dienen. Dabei soll die sichere und nachhaltige Gestaltung des Arbeitsprozesses einerseits die sozialen Grundlagen der Arbeit in Bezug auf objektive menschliche Bedürfnisse (Zugang zum Beruf, Beschäftigungssicherheit, Entlohnung, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz) und subjektive Bedürfnisse (Würde der Arbeit, Sinnhaftigkeit der Arbeit, Beitrag der Arbeit zur persönlichen Entwicklung und Selbstverwirklichung) befriedigen und zur Bewältigung der Überschreitung der ökologischen Obergrenzen beitragen (Verschmutzung der Umwelt, Effekte auf Artenvielfalt und Klima, Verschwendung nicht erneuerbarer Ressourcen, Verbrauch der im Arbeitsprozess erzeugten Produkte).

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

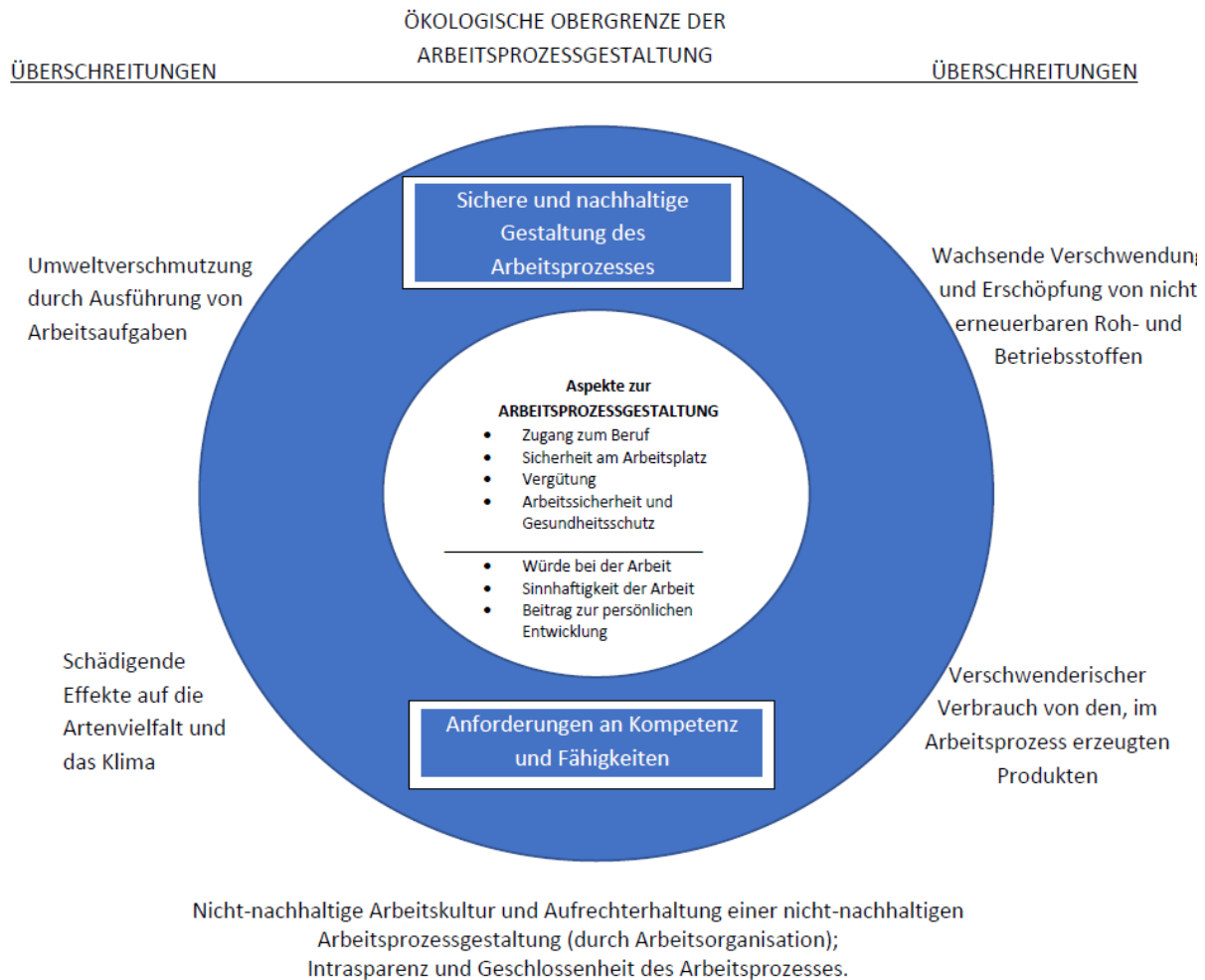


Abbildung 3. Ökologische und sozial-ökonomische Grenzen der industriellen Arbeitsprozessgestaltung

Hier ist es wichtig zu berücksichtigen, dass sowohl die sozialen Grundlagen (Defizite) als auch die ökologische Obergrenze des Arbeitsprozesses unterschiedlich und fallspezifisch sein können, abhängig von den wirtschaftlichen, ergonomischen, technologischen, organisatorischen und soziokulturellen Besonderheiten eines bestimmten Arbeitsprozesses. Eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Schaffung und Entwicklung einer solchen sicheren und nachhaltigen Gestaltung des Arbeitsprozesses besteht darin, eine starke Synergie zwischen der Einhaltung/dem Erhalt der ökologischen Obergrenze auf der einen Seite und dem Erhalt/dem Schutz der sozialen Grundlagen des Arbeitsprozesses zu ermöglichen. Zum Beispiel könnte eine Synergie zwischen der Anwendung von Technologien und Formen der Arbeitsorganisation hergestellt werden, die einerseits die Verschmutzung oder Verschwendung von Rohstoffen eliminieren oder reduzieren und andererseits zur Arbeitseffektivität, Sicherheit und Zufriedenheit der Kunden beitragen. Diese Kategorien des Arbeitsprozesses werden bei der Analyse des Arbeitsprozesses des Schweißens berücksichtigt.

4. ARBEITSPROZESSFORSCHUNG, UM DIE MÖGLICHKEITEN DER UMSETZUNG DER PRINZIPIEN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT IN DEN ARBEITSPROZESSEN DES SCHWEISSENS UND DEN DAMIT VERBUNDENEN KOMPETENZBEDARF AUFZUDECKEN: FORSCHUNGSMETHODIK

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Der analytische Ansatz, der in dieser Forschung angewendet wird, basiert auf der Arbeits- und Lernstationsanalyse (WLSA). Die WLSA stellt für sich genommen ein Instrument dar, um verschiedene Aspekte von Arbeitsprozessen in ihrer Beziehung zum arbeitsbezogenen Lernen (WBL) zu analysieren. Dieses Instrument wurde vor ca. 15 Jahren gemeinsam von Ausbildern von Airbus Deutschland und Forschern der Universität Bremen entwickelt und wurde in den verschiedenen ERASMUS+ Projekten wie "Apprentisod", "DualTrain", "metals", "ICSAS" und anderen zur Analyse von industriellen Arbeitsprozessen eingesetzt.

Dieses Instrument hilft, das Lernpotenzial von Arbeitsprozessen zu evaluieren, indem verschiedene Besonderheiten oder spezifische Aspekte der Arbeit berücksichtigt werden. Es hilft, offensichtliche gute Praktiken bei der Ausführung von Arbeitsprozessen zu identifizieren und zu beschreiben, die damit verbundenen Kompetenzanforderungen offenzulegen und das Potenzial dieser Praktiken für den Einsatz in der WBL und anderen Formen der Berufsbildung aufzuzeigen.

Die Durchführung der WLSA kann in drei Hauptphasen unterteilt werden: Vorbereitung der Analyse, Durchführung der Analyse, Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse.

4.1. Vorbereitung der WLSA-Analyse

Die Vorbereitung der WLSA-Analyse beginnt mit der Identifizierung der zu untersuchenden Berufe und Arbeitspositionen. Die vorgeschlagene Modellstruktur des schweißtechnischen Arbeitsprozesses (Abbildung 1) kann als Referenz für eine solche Identifizierung verwendet werden. Weitere Informationsquellen sind Listen bestehender Berufe und Qualifikationen, bestehende Berufsnormen im Bereich Schweißen, Ausbildungslehrpläne, von den Unternehmen entwickelte Arbeitsplatzbeschreibungen.

Es wurde empfohlen, mindestens mehrere Arbeitsplätze oder Berufspositionen pro Partnerland zu analysieren:

- 1) qualifizierte Schweißer (EQF 3),
- 2) hochqualifizierte Schweißer (EQF 4),
- 3) hochqualifizierte Schweißer und Techniker, einschließlich der Schweißer von automatisiertem/robotisiertem Schweißen (EQF 5).

Sobald die Berufe/Arbeitsplätze für die Analyse identifiziert und ausgewählt sind, sollten die potenziellen Informanten ausgewählt und ihre Teilnahme an der Analyse mit den Unternehmen und Informanten selbst vereinbart werden.

WLSA wird durch die Organisation eines strukturierten Workshops (oder Fokusgruppeninterviews) durchgeführt, der bis zu einigen Stunden dauern kann. Idealerweise sollten an einem solchen Workshop (Fokusgruppen-Interview) mindestens 2 erfahrene Mitarbeiter mit unterschiedlichen Qualifikationen/Kompetenzprofilen teilnehmen, z. B. Schweißfachmann oder Schweißer und Schweißtechniker oder Schweißingenieur. Die Teilnahme von Schweißfachleuten mit höheren Qualifikationen (z. B. Schweißingenieure, für den Schweißbetrieb verantwortliche Produktionsleiter) ist sehr hilfreich, da sie wichtige Informationen über die technologischen und organisatorischen Aspekte eines nachhaltigeren und umweltfreundlicheren Schweißprozesses liefern können.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Es sollten auch erfahrene VET-Lehrende und Ausbilder*innen einbezogen werden, die in den Trainingsprogrammen arbeiten, die Qualifikationen von Schweißern vermitteln. Durch die Teilnahme an diesen Workshops können Berufsschullehrende und Ausbilder*innen ihre Erkenntnisse über die Kompetenzen vermitteln, die für die Durchführung nachhaltiger und "Kreislaufwirtschafts"-orientierter Arbeitsprozesse beim Schweißen erforderlich sind.

Vor den Workshops oder Fokusgruppendifkussionen sind **Analysen zu Informationen** über die Arbeitsprozesse beim Schweißen, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und bestehende gute Praktiken der Anwendung von Kreislaufwirtschaft-Prinzipien im Bereich des Schweißens durchgeführt worden. Diese Analyse sollte die Antworten auf die folgenden Fragen liefern:

1. Was sind die wichtigsten negativen Umweltauswirkungen der Schweißverfahren und -technologien in Bezug auf Umweltverschmutzung, Verschwendung von nicht erneuerbaren Roh- und Hilfsstoffen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter? Inwieweit und wie werden diese Implikationen von den Unternehmen, Sozialpartnern, Regierungen und der Zivilgesellschaft berücksichtigt? Informationsquellen: Artikel in der Fachpresse und auf Fachwebseiten, Berichte der Fachverbände und Gruppen.
2. Was sind die wichtigsten Herausforderungen für soziales und berufliches Wohlergehen in Schweißberufen in unseren Ländern (Entlohnung, Arbeitssicherheit, Beschäftigungsstabilität und Karriere, Lernmöglichkeiten usw.)? Wie werden diese Herausforderungen und Probleme gelöst? Informationsquellen: Artikel in der Fachpresse und Fachwebseiten, Berichte der Berufsverbände und -gruppen, Berufsstandards.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

3. Welche Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens werden erprobt, umgesetzt oder entwickelt, um den zuvor identifizierten negativen Umweltauswirkungen zu begegnen? Informationsquellen: Artikel in der Fachpresse, Webseiten der Projekte, Webseiten der Berufsverbände und Organisationen der Schweißer und Schweißingenieure.
4. Inwieweit und wie spiegeln sich die Themen der Umweltauswirkungen des Schweißens in den bestehenden Berufsbildungslehrplänen und Ausbildungsmaterialien wider? Welche Art von "grünen Fähigkeiten" und Kompetenzen werden vorgeschlagen, um mit den Herausforderungen der Nachhaltigkeit von Schweißprozessen und -technologien umzugehen? Informationsquellen: nationale Berufsbildungsstandards und Berufsbildungslehrpläne.

Die Partner analysierten die Materialien, die in ihrer Landessprache verfügbar sind und die Projekte sowie Praktiken in ihren Ländern.

Offensichtliche gute Praktiken, die während der Desktop-Recherche identifiziert wurden, werden als Ziele für die WLSA-Workshops ausgewählt: die Vertreter oder Experten von Unternehmen und berufsbildenden Schulen aus diesen Fällen werden zur Teilnahme in Fokusgruppen oder Workshops eingeladen.

4.2. Organisation der WLSA-Workshops/Interviews

Die Workshops oder Fokusgruppen der WLSA analysieren die tägliche Arbeit der Fachkräfte, sind aber nicht auf die Bewertung der individuellen Leistung der Fachkräfte ausgerichtet. Die Teilnehmenden des Workshops oder der Interviews sollten Korrektur lesen und ihre Zustimmung zur Veröffentlichung der Daten der WLSA geben.

Die Workshops wurden aufgrund der Hygieneregeln zur Bekämpfung der Pandemie nicht vor Ort, sondern mit Hilfe von Online-Kommunikationsplattformen (Zoom, MS Teams und andere) organisiert. Falls die Organisation eines Workshops aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der Teilnehmer oder Unstimmigkeiten in der Agenda nicht möglich war, wurde der Workshop oder die Fokusgruppens Diskussion durch Einzelinterviews ersetzt.

Einzelinterviews bringen jedoch einige wichtige Einschränkungen mit sich, da einige Befragte, insbesondere Schweißer mit niedrigeren Qualifikationen (EQF 3 und 4), bei der Beantwortung der Fragen eher eingeschränkt sein können. Aus diesem Grund wurden bei solchen Interviews nur höher qualifizierte Schweißer*innen oder Spezialisten wie Schweißtechniker*innen, Ingenieur*innen oder Produktionsleitungen einbezogen.

Die Workshops und Interviews wurden mit Hilfe des unten bereitgestellten Fragebogens durchgeführt, der in den Muttersprachen der Befragten übersetzt und vor dem Termin ausgehändigt worden war.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Analytische Kategorie	Zentrale Fragen
<i>Allgemeine Merkmale des Arbeitsprozesses (Schweißen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Produkte werden hergestellt? - Woher kommen die Vorprodukte? - Wo im weiteren Prozess werden die Produkte eingesetzt? - Welche Branchen sind die Auftraggeber/Kunden der Dienstleistung/des Produkts?
<i>Arbeitsplatz Eigenschaften</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Wo befindet sich der analysierte Arbeitsplatz (innen/außen)? - Vorherrschende klimatische Bedingungen (Hitze, Kälte, Strahlung, Lüftung, Gas, Dämpfe, Nebel, Staub)? - Welches sind die wichtigsten Emissionen/ Verschmutzungsquellen des ausgeführten Schweißprozesses für die Arbeitsplatzumgebung (Verschmutzung von Luft, Wasser, Boden, etc.)? - Welche Schutzmaßnahmen werden eingesetzt, um negative Auswirkungen von Emissionen und Verschmutzung am Arbeitsplatz für den Schweißer*innen, andere Mitarbeitende und die äußere Umgebung zu verhindern? - Welche Art von Abfall fällt am Arbeitsplatz an? Wie hoch ist die durchschnittliche Menge dieses Abfalls? - Gibt es Verfahren zum Sammeln und Recyceln der am Arbeitsplatz anfallenden Abfälle? Wie lauten diese Verfahren? - Was sind die möglichen guten Praktiken bei der Sammlung und Verarbeitung des Abfalls am Arbeitsplatz? - Gibt es Anreize für Schweißer*innen, Empfehlungen oder Anforderungen wie mit Abfällen am Arbeitsplatz umzugehen ist? Wie lauten diese?
<i>Themen und Methoden der nachhaltigen Arbeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Was sind Hauptaufgaben, die im Arbeitsprozess des Schweißens ausgeführt werden (Vorbereitung der Materialien, Ausführung der Schweißverbindungen, Qualitätskontrolle, Nachbearbeitung der geschweißten Oberflächen)? - Welche Art von Schweißregime wird angewendet? - Welche Emissionen entstehen in der Vorbereitungsphase, bei der Ausführung der Schweißnähte, bei der Qualitätskontrolle und bei der Endbearbeitung der Oberfläche? Wie werden diese Emissionen weiterbehandelt? - Welche Praktiken/Methoden werden angewandt, um das Emissionsvolumen in den einzelnen Phasen des Arbeitsprozesses zu reduzieren? - Welche Praktiken/Methoden werden angewandt, um das Volumen der Hauptmaterialien (z. B. Metalle) und Verbrauchsmaterialien im Schweißprozess zu reduzieren? - Inwieweit und wie erlauben und fördern die bestehenden Qualitätsanforderungen und Verfahren des Schweißens die Anwendung solcher Schweißregime, die weniger Emissionen erzeugen und weniger Abfall von Materialien und Verbrauchsmaterialien verursachen? - Inwieweit und wie können die Schweißer*innen die Arbeitsmethoden und -abläufe so anpassen, dass Emissionen und der Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduziert werden? Erhalten die Schweißer*innen in diesem Bereich Unterstützung durch das technische Personal?
<i>Werkzeuge / Ausrüstung für nachhaltiges Arbeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Hilfsmittel werden zur Durchführung der Schweißaufgabe eingesetzt (Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Software)? - Inwieweit und wie erlauben die Werkzeuge und Geräte die Anwendung von Arbeitsmethoden, Regimen und Verfahren, die die Verschmutzung und Verschwendung von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduzieren?

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

	Welche Kenntnisse und Fähigkeiten sind erforderlich, um diese Funktionalitäten zu nutzen?
<i>Organisation von nachhaltiger Arbeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Wie wird die Arbeit der Schweißer*innen organisiert (z. B. Einzelarbeit oder Gruppenarbeit, Arbeitsteilung)? - Welche Probleme oder Mängel in der Arbeitsorganisation tragen zur Verschmutzung, zum Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien sowie zur Zunahme von Abfällen im Schweißprozess bei? - Welche Art von Zusammenarbeit und Schnittstellen zwischen den Schweißer*innen und anderen Fachleuten sind entscheidend, um Schweißprozesse umweltfreundlicher und nachhaltiger zu gestalten (um die Umweltverschmutzung, den Verbrauch von Roh- und Hilfsstoffen und die Menge des produzierten Abfalls zu reduzieren)? - Was sind die möglichen guten Praktiken der Arbeitsorganisation, die eine Verringerung der Umweltverschmutzung, eine optimale Nutzung von Materialien und Verbrauchsmaterialien und das Recycling der produzierten Abfälle ermöglichen (Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Abteilungen, Teams von Schweißern mit unterschiedlichen Qualifikationen und Spezialisierungen, Teamarbeit zwischen Schweißern und Vertretern des technischen Personals usw.)?
<i>Umweltanforderungen an nachhaltiges Arbeiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche nationalen/europäischen Normen, Gesetze und Vorgaben des Umweltschutzes sind im Arbeitsprozess des Schweißens zu berücksichtigen? - Gibt es betriebliche Umweltanforderungen oder Standards, die vom Unternehmen initiiert und vorgeschlagen wurden? Wenn ja, wie lauten diese? - Welche Anforderungen werden vom Kunden gestellt? Inwieweit stimmen die Anforderungen der Kunden mit den betrieblichen Umweltanforderungen an Schweißprozesse überein? Was sind die größten Herausforderungen in dieser Hinsicht und wie werden diese Herausforderungen gemeistert?
<i>Implikationen für Berufsbildungslehrpläne (Fragen an Berufsbildungslehrende und Ausbilder*innen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Kompetenzen in Bezug auf die Nachhaltigkeit des Arbeitsprozesses wurden im Workshop entdeckt? - Sind diese Kompetenzen in den aktuellen Lehrplänen der beruflichen Bildung enthalten? Wenn nicht, wie können die bestehenden Curricula aktualisiert werden? - Welche wichtigen Informations- und Lernquellen werden für die Vermittlung dieser Kompetenzen benötigt? - Was sind die geeignetsten Trainingsmethoden und -ansätze für die Entwicklung dieser Kompetenzen?

Tabelle 1: Leitfragen für die Interviews/Fokusgruppen der Arbeits- und Lernstationsanalyse

Der Workshop oder die Interviews wurden dokumentiert und registriert. In die einzelnen Workshops und Interviews wurden in den Projektpartnerländern folgenden Personengruppen einbezogen:

Land	Kategorien von Informanten		
	Schweißer*innen, Techniker*innen	Technisches und kaufmännisches Personal	Lehrer*innen und Ausbilder*innen in der beruflichen Bildung
Litauen	-	12	5
Deutschland	5	2	2
Italien	2	1	2
Spanien	-	5	1

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

4.3. Analyse der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Interviews wurden von den Partnern in die untenstehende Vorlage eingefügt. Auf der Grundlage der bereitgestellten Desktop-Analyseberichte und Vorlagen aus den Partnerländern wurden der Synthesebericht (vergleichend) und die Kompetenzmatrix für die Entwicklung von Fertigkeiten und Kompetenzen im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft im Arbeitsprozess des Schweißens erstellt.

Beschreibung	Arbeitsprozess / Tätigkeit, Datum	
Lage / Standort	Entsprechende berufsbildende Qualifikation/Programm	
Allgemeine Merkmale des Arbeitsprozesses (Schweißen)	Art des Produkts/der Dienstleistung	
	Interner Lieferant von Vorprodukten	
	Weiterer / direkter Anwender von Produkt/Dienstleistung	
	Kunde von Produkt/Dienstleistung	
Arbeitsplatz	Ort des Arbeitsplatzes	
	Vorherrschende klimatische Bedingungen (Hitze, Kälte, Strahlung, Lüftung, Gas, Dämpfe, Nebel, Staub)	
	Die wichtigsten Emissionen/ Verschmutzungsquellen des ausgeführten Schweißprozesses für die Arbeitsplatzumgebung (Verschmutzung von Luft, Wasser, Boden, etc.)	
	Schutzmaßnahmen, um negative Auswirkungen von Emissionen und Verschmutzungen am Arbeitsplatz für den Schweißer/Schweißer, andere Mitarbeiter und die äußere Umgebung zu vermeiden	
	Am Arbeitsplatz anfallender Abfall - Arten und Mengen.	
	Vorhandensein von Verfahren zum Sammeln und Recyceln von am Arbeitsplatz anfallendem Abfall: ja/nein. Wenn ja, die Arten der Verfahren.	
	Mögliche gute Praktiken bei der Sammlung und Verarbeitung des Abfalls am Arbeitsplatz.	
	Anreize für Schweißer/Schweißer, die Empfehlungen oder Anforderungen zur Verarbeitung des Abfalls am Arbeitsplatz zu befolgen.	
Themen und Methoden nachhaltigen Arbeit	Schlüsselaufgaben im Arbeitsprozess des Schweißens (Vorbereitung der Materialien, Ausführung der Schweißverbindungen, Qualitätskontrolle, Nachbearbeitung der geschweißten Oberflächen).	
	Angewandte Schweißregime.	



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

	Emissionen, die in der Vorbereitungsphase, bei der Ausführung von Schweißverbindungen, bei der Qualitätskontrolle und bei der Endbearbeitung der Oberfläche entstehen. Behandlung von Emissionen.	
	Praktiken/Methoden, die angewandt werden, um das Volumen der Emissionen in jeder Phase des Arbeitsprozesses zu reduzieren.	
	Praktiken/Methoden, die angewendet werden, um das Volumen der Hauptmaterialien (z. B. Metalle) und Verbrauchsmaterialien im Schweißprozess zu reduzieren.	
	Die wichtigsten Synergien und/oder Zielkonflikte zwischen den Qualitätsanforderungen und "grüneren" (umweltfreundlicheren) Ansätzen und Methoden im Schweißprozess.	
	Autonomie der Schweißer/Schweißerinnen, die Arbeitsmethoden und -abläufe so anzupassen, dass die Emissionen und der Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduziert werden. Verfügbarkeit von Unterstützung für Schweißer und Schweißbediener durch das technische Personal.	
Werkzeuge / Ausrüstung für nachhaltiges Arbeiten	Werkzeuge und Geräte, die zur Durchführung der Schweißaufgaben verwendet werden (Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Software).	
	Funktionalitäten der Werkzeuge und Geräte, die es ermöglichen, die Arbeitsmethoden, Regime und Verfahren anzuwenden, die die Verschmutzung und Verschwendung von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduzieren.	
Organisation von nachhaltiger Arbeit	Modi der Arbeitsorganisation (z. B. Einzel- oder Gruppenarbeit, Arbeit in Schichten, Hierarchie).	
	Probleme oder Mängel in der Arbeitsorganisation tragen zur zunehmenden Verschmutzung, zum Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien sowie zur Zunahme von Abfällen im Schweißprozess bei.	
	Die Möglichkeiten der Zusammenarbeit und Schnittstellen zwischen den Schweißern/Schweißerinnen und anderen Arbeitsplätzen/Spezialisten, die entscheidend sind, um Schweißprozesse umweltfreundlicher und nachhaltiger zu gestalten.	



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

	Mögliche gute Praktiken der Arbeitsorganisation, die eine Verringerung der Umweltverschmutzung, eine optimale Nutzung von Materialien und Verbrauchsmaterialien und das Recycling von produziertem Abfall ermöglichen.		
Umwelanforderungen an nachhaltiges Arbeiten	Nationale/Europäische Normen, Gesetze und Vorgaben des Umweltschutzes müssen im Arbeitsprozess des Schweißens berücksichtigt werden.		
	Betriebliche Umwelanforderungen oder Standards, die vom Unternehmen initiiert und vorgeschlagen werden.		
	Anforderungen des Kunden und deren Übereinstimmung mit den nationalen/betrieblichen Umwelanforderungen an Schweißprozesse.		
Implikationen für die Lehrpläne der Berufsausbildung	Neu identifizierte Kompetenzen in Bezug auf die Nachhaltigkeit des Arbeitsprozesses.	Für die Vermittlung dieser Kompetenzen werden wichtige Informations- und Lernquellen benötigt.	Vorgeschlagene Trainingsmethoden und Ansätze für die Entwicklung dieser Kompetenzen

5. SCHWEISSARBEITSPROZESSE IN DEUTSCHLAND, ITALIEN, SPANIEN, POLEN UND LITAUEN: ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN UND ROLLE DER KREISLAUFWIRTSCHAFTS PRINZIPIEN

Dieser Teil gibt einen kurzen Überblick über die Gesamtstruktur und den Inhalt der schweißtechnischen Arbeitsprozesse und deren Regelungen in den Projektpartnerländern, indem er auf die Rolle und den Stellenwert der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und auf die damit verbundenen Probleme bzw. Defizite eingeht.

5.1. Deutschland

Die wichtigsten negativen Umweltauswirkungen von Schweißverfahren und -technologien in Bezug auf Verschmutzung, Verschwendung von nicht erneuerbaren Roh- und Hilfsstoffen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter

Die Umweltauswirkungen des Schweißens erstrecken sich auf mehrere Umweltmedien. Sie werden erfasst, rechtlich bewertet und durch verschiedene Verfahren beeinflusst. Der Energiebedarf wird z. B. aufgrund des derzeit in Deutschland vorhandenen Strommixes und dessen Beitrag zur Klimakrise kritisch¹ gesehen. Die benötigten Grund- und Hilfsstoffe sowie die der Werkzeuge bestehen aus endlichen Rohstoffen, deren steigender Importbedarf kritisch bewertet wird:

*"... rund 79 Milliarden Euro im Jahr 2018 - entfielen auf Metalle und deren Zwischen- und Halbzeuge. Diese Summe unterstreicht die hohe wirtschaftliche Bedeutung einer sicheren und wettbewerbsfähigen Versorgung mit metallischen Rohstoffen für Deutschland."*²

¹ Petra Icha, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommixes im Zeitraum 1990 - 2017, KLIMAWANDEL 11/2018, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-04_climate-change_11-2018_strommix-2018_0.pdf

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Rohstoffstrategie der Bundesregierung Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtergetischen mineralischen Rohstoffen, 2019, S.18 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Der Schweißprozess selbst setzt gasförmige Emissionen, Partikel, Wärme, Lärm und Licht mit einem hohen Gefährdungspotenzial für die Gesundheit der Schweißer frei und trägt zur Klimakrise bei. Vor diesem Hintergrund gibt es viele gesetzliche Regelungen und Normen für das Schweißen. Emissionen aus Schweißprozessen werden in Bezug auf Mensch und Umweltmedien als Gefahrstoffe eingestuft. Die Partikel sind einatembar und können schwere Erkrankungen der Atemwege und Krebs verursachen. Deshalb gibt es Regeln für den Arbeitsschutz der Mitarbeiter. Sie sind in Gesetzen festgeschrieben, deren wissenschaftliche Grundlage durch Forschung auf dem neuesten Stand gehalten wird. Eine Neubewertung von Schweißrauch beschreibt mögliche neurotoxische und krebserregende Wirkungen und beschreibt Konsequenzen für geltende Arbeitsplatzgrenzwerte. Die Forscher sehen einen Bedarf an Innovationen, z.B. in Form von brennerintegrierten Absauganlagen, emissionsmindernden Schutzgasen und Schweißdrähten sowie Informationskampagnen³. Solche Forschungsergebnisse werden von der Exekutive mit den Sozialpartnern (Arbeitgeber, Betriebsräte, Gewerkschaften, Berufsgenossenschaften, Versicherungen) diskutiert, die Mitwirkungs- und Kontrollrechte haben. Sie arbeiten gemeinsam an den untergesetzlichen Regelungen. Dazu gehört z. B. die TRGS 528 "Schweißerarbeiten", die 2020 überarbeitet wurde. Sie beschreibt Schutzmaßnahmen:

- *"Auswahl gefährdungsarmer Verfahren und Zusatzwerkstoffe - Substitution*
- *Lüftungsmaßnahmen - Emissionen erfassen*
- *Organisatorische und hygienische Maßnahmen - Vermeiden von Kontakt, Einatmen*
- *Persönliche Schutzmaßnahmen - Tragen des Atemschutzes"*.⁴

Fluor-Emissionen werden in der Klimarahmenkonvention erfasst⁵.

Die wichtigsten Herausforderungen des sozialen und beruflichen Wohlergehens der Schweißberufe (Vergütung, Arbeitsplatzsicherheit, Beschäftigungsstabilität und Karriere, Lernmöglichkeiten, etc.)

Generell lässt sich sagen, dass sich die Entlohnung, Arbeitsplatzsicherheit, Beschäftigungsstabilität, Karriere- und Lernmöglichkeiten in handwerklichen und industriellen Berufen, in denen das Schweißen zum Berufsbild gehört, stetig verbessert haben. Im Jahr 2018 gab es in Deutschland rund 79.800 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Schweiß- und Fügeberufen. Schweißer werden in den Branchen unterschiedlich entlohnt, je nach Erfahrung, Betriebsgröße etc. von 12,50 € bis 20 € pro Stunde. Im Durchschnitt liegt der Stundenlohn für Schweißer bei etwa 17 € pro Stunde. Dies entspricht etwa 68 % des Durchschnittsverdienstes in Deutschland über alle Berufe hinweg.

Arbeitssicherheit wird in der Ausbildung geschult und auch später überwacht, so dass die Zahl der Arbeitsunfälle kontinuierlich sinkt. Im Jahr 2019 wurden bundesweit die wenigsten Arbeitsunfälle in der deutschen Industriegeschichte verzeichnet. Davon ereigneten sich 2.870 Arbeitsunfälle bei Verbindungstätigkeiten wie Schweißen und Schrauben. In Deutschland haben alle Mitarbeiter das Recht auf 30 Arbeitstage Erholungsurlaub und zusätzlich 5 Tage Bildungsurlaub.

³ Martin Lehnert, Wolfgang Zschiesche, Anne Lotz, Thomas Behrens, Thomas Brüning, Gesundheitsschutz beim Schweißen - Aktuelle Herausforderungen, IN: IPA-Journal 01/2020, https://www.ipa-dguv.de/medien/ipa/publikationen/ipa-journale/ipa-journale2020/ipa-journal2001/ipa_journal_2001_schweissen.pdf

⁴ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Das Beratungsgremium des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), TRGS 528 Schweißerarbeiten, Technische Regel für Gefahrstoffe, 2020, https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-528.pdf?__blob=publicationFile

⁵ Umweltbundesamt UBA, Inventarisierung von F-Gasen 2017/2018 - Daten von HF(C)KW, HFKW, SF6, NF3, SF5CF3, H(C)FE und PFPME, Emissionsberichterstattung unter der Klimarahmenkonvention, 02/2021, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/inventarermittlung-der-f-gase-20172018>, S. 38, 40, 43, 102

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Insgesamt sind die Berufs- und Lernmöglichkeiten regional unterschiedlich, aber in ganz Deutschland mindestens befriedigend bis gut. Problematisch sind mitunter die Entfernungen zu den Berufsschulen, die Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr und die demografische Situation im ländlichen Raum, z. B. sinkende Geburtenraten und Landflucht, insbesondere von Frauen. Der hiesigen Wirtschaft fehlt es heute nicht nur an Fachkräften, sondern auch an Ausbildungswilligen. Jungen Menschen fehlt am Ende ihrer Schulzeit die notwendige Erfahrung in der modernen Arbeitswelt. Aber erst auf der Basis ihrer eigenen Erfahrungen festigen sie ihre Entscheidung für einen Ausbildungsberuf und bewerben sich bei Unternehmen um einen Ausbildungsplatz. Die bestehenden Orientierungs- und Beratungsangebote sind dafür nicht effektiv genug. Deshalb bleiben jedes Jahr mehr Ausbildungsplätze unbesetzt als früher, noch weniger Mädchen steigen in die duale Ausbildung ein, und Jugendliche, die eine Ausbildung beginnen, brechen diese zu oft ab.⁶

Heute werden digitale und technische Kompetenzen in Kombination benötigt, vor allem im Mittelstand. Die Anforderungen steigen weiter an. Gleichzeitig trägt die Arbeit vieler KMU zu einer nachhaltigen Entwicklung und damit zur Zukunftssicherung bei. Dies ist den jungen Menschen heute jedoch unbekannt. Insbesondere die Attraktivität der Metallberufe scheint für junge Menschen zu sinken - im Vergleich zu anderen handwerklichen und industriellen Berufen. Dies bedroht den Mittelstand in dünn besiedelten und strukturschwachen Regionen, in denen sich der demografische Wandel stark auswirkt. Die größte soziale Herausforderung für die Unternehmen besteht dort darin, Nachwuchs zu finden und junge Menschen nach der Ausbildung länger im Betrieb zu halten. Eine weitere Herausforderung ist die mangelnde Bereitschaft zur Übernahme. Seit einigen Jahren gibt es Initiativen, die sich diesen Herausforderungen stellen. Dazu gehören die Bundesförderprogramme "JobStarter"⁷ und "Jugendbauhütten"⁸, aber auch die immer beliebter werdenden dualen Studiengänge, die Praxis und Studium verbinden, oder auch Schnupperstudiengänge, die eine berufliche duale Ausbildung, einen Bachelor und einen deutschen Meisterabschluss beinhalten¹⁰.

Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens, um die zuvor identifizierten Umweltauswirkungen zu adressieren

Für die wirtschaftliche Zukunft der Metallindustrie ist es von grundlegender Bedeutung, dass alle Metallprodukte, deren Bearbeitungsprozesse, einschließlich der Schweißprozesse, endliche und damit kritische Rohstoffe benötigen. Das "Klimaschutz-Handbuch" wurde aus 300 aktuellen wissenschaftlichen Studien zusammengestellt. Es diskutiert die Beiträge der Stahlerzeugung und Metallverarbeitung zu den gesamten Treibhausgasemissionen sowie die mittelfristige Verknappung der Rohstoffe und formuliert Lösungsansätze: *"Der Industriezweig mit den meisten Emissionen ist heute die Eisen- und Stahlindustrie - und das, obwohl die Stahlproduktion in Deutschland seit Jahren mengenmäßig rückläufig ist. Die hohen Emissionen sind darauf zurückzuführen, dass in den Hochöfen Kohle als Reduktionsmittel verbrannt wird, um das Eisen vom restlichen Gestein trennen zu können. In Zukunft soll die Reduktion von Eisen stattdessen mit grünem Wasserstoff erfolgen. ... In einer Kreislaufwirtschaft kann der Energieverbrauch bei der Herstellung von Metallen reduziert werden, weil*

⁶ Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.), Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2020, Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung, Bonn 2020, https://www.bibb.de/dokumente/pdf/bibb_datenreport_2020.pdf, S. 9 ff.

⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung, Das Förderprogramm JOBSTARTER plus, <https://www.jobstarter.de/de/english.html>

⁸ Deutsche Stiftung Denkmalschutz, Jugendschutzhütten, <https://www.denkmalschutz.de/denkmaale-erleben/denkmal-aktiv.html?&L=1>

⁹ Hofmann, Silvia; Hemkes, Barbara; Leo-Joyce, Stephan; König, Maik; Kutzner, Petra; AusbildungPlus in Zahlen. Duales Studium 2019. Trends und Analysen, https://www.bibb.de/dokumente/pdf/06072020_AiZ_dualesStudium-2019.pdf, S. 22 ff.

¹⁰ Handwerkskammer Oberfranken, Für leistungsstarken Nachwuchs, <https://www.hwk-oberfranken.de/artikel/fuer-leistungsstarken-nachwuchs-das-triale-studium-handwerksmanagement-b-a-start-oktober-2021-72,1164,2565.html>

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

die Aufbereitung von altem Metall weniger Energie benötigt als die Neuproduktion. ...“.¹¹ Dies wird als ein wichtiger Impuls auch für die Metallverarbeitung gesehen. Die industrielle Kombination von Herstellung und Nutzung von Wasserstoff wird derzeit erforscht und getestet.

Im Deutschen Institut für Normung (DIN) gibt es den NAS-Normenausschuss "Schweißen und verwandte Verfahren". Dieser Ausschuss hat 2019 erstmals die "NAS Nachhaltigkeit in der Fügetechnik" vorgestellt. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. M. Rethmeier wird die DIN SPEC 3523 "Nachhaltigkeit in der Schweißtechnik - Ökobilanzierung von Schweißprozessen" erarbeitet. Die Veröffentlichung ist für Mai 2021 geplant. Sie wird im Rahmen von **CEMIVET berücksichtigt werden**. Das Normenprojekt ist eine Zusammenarbeit von Ingenieuren und Forschern des Fraunhofer IPK und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM. Mit der Ökobilanzmethode (ISO 14040, 14044) werden Inputs und Outputs von Produkten oder Dienstleistungen - hier eine 1m-Schweißnaht - und die damit verbundenen Umweltauswirkungen erfasst, um Prozesse vergleichen und bewerten zu können.

Diese Aktivitäten gehen auf eine grundlegende Arbeit aus dem Jahr 2015 und¹² nachfolgende Arbeiten zurück¹³. Diese liefert sowohl Beispiele für die Ermittlung der Umweltauswirkungen ausgewählter Schweißprozesse als auch Anleitungen für die Durchführung solcher Analysen. Als wesentliche Inputs wurden der Material-, Energie- und Gasverbrauch sowie die Hilfsstoffe erfasst. Die damit verbundenen Umweltauswirkungen wurden für vier Schweißverfahren (MMAW, LAHW, GMAW standard+modifiziert) in diesen Wirkungskategorien verglichen:

- Global Warming Potential (GWP),
- Eutrophierungspotenzial (EP),
- Versauerungspotenzial (AP) und
- Photochemisches Ozonbildungspotenzial (POCP).

Die LAHW-Methode zeigte das beste Ergebnis bei der Wirkungsabschätzung. In der Studie wurde die notwendige Ausrüstung (Schweißgeräte, Roboter, Strahlquellen usw.) nicht berücksichtigt. Daher ist weitere Forschung erforderlich, um Schweißtechnologien zu diskutieren und zu verbessern.

Innovative Verfahren der Lasermaterialbearbeitung werden in Deutschland in mehreren aktuellen Publikationen beschrieben, wie z.B. in den Tagungen¹⁴ des UBA, des Umweltforschungsinstituts der Bundesregierung¹⁵ und des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e.V..

Berücksichtigung der Problematik der Umweltauswirkungen des Schweißens in den bestehenden Lehrplänen und Ausbildungsmaterialien der beruflichen Bildung

Fähigkeiten wie das Schweißen werden in Deutschland in der Regel durch eine duale Berufsausbildung, z. B. als Anlagenmechaniker, und eine entsprechende Weiterbildung erworben. **Arbeitssicherheit**,

¹¹ Karl-Martin Hentschel, Handbuch Klimaschutz : wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann, oekom Verlag, München, 2020, ISBN: 9783962387563

¹² Gunther Sproesser, Ya-Ju Chang, Andreas Pittner, Matthias Finkbeiner, Michael Rethmeier, Life Cycle Assessment of welding technologies for thick metal plate welds, Journal of Cleaner Production, Volume 108, Part A, 2015, Pages 46-53, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.121>.

¹³ ARBEITSDOKUMENT ZU Potenziellen Ökodesign-Anforderungen für Schweißgeräte und Werkzeugmaschinen, BAM, 2017, https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Content/DE/Downloads/Evpg/Industrie/405_workdoc_2017-10_notes.pdf?_blob=publicationFile

¹⁴ DVS Media, Berichte, Band: 367, Innovative Verfahren der Lasermaterialbearbeitung, https://www.dvs-media.eu/media/pdf/Bericht_366_Inhalt5f759a968d191.pdf

¹⁵ Sarah Hackfort, Melanie Degel, Edgar Göll, Kai Neumann, Die Zukunft im Blick: Sozio-ökonomische und sozio-kulturelle Trends der Ressourcenschonung, Umweltbundesamt UBA-Texte, 2019, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/uba_klirex_fachbrochuere.pdf

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Gesundheit, Unfallverhütung und **Umweltschutz** sind verpflichtende Bestandteile aller Schweißkurse und -ausbildungen, die auch geprüft werden. Zur Veranschaulichung von Gefährdungen und Schutzmaßnahmen werden digitale Medien eingesetzt. Unternehmen bieten Informationen und Schulungen zum Arbeitsschutz a¹⁶¹⁷.

Im Jahr 2019 wurden die Ausbildungsordnungen geändert. Nun enthalten alle Ausbildungsordnungen modernisierte Mindestanforderungen für die Bereiche:

- Organisation des Ausbildungsbetriebes, Berufsausbildung, Arbeits- und Tarifrecht,
- Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit,
- Umweltschutz und Nachhaltigkeit und
- digitalisierten Arbeitswelt.

Diese vier sogenannten **Standardberufsprofilpositionen** gelten ab August 2021 für alle Ausbildungsberufe. Deshalb werden diese neuen Kompetenzen beschrieben und die Lehrkräfte werden derzeit weitergebildet. Zum Beispiel sollen Auszubildende einen Beitrag zum **Umweltschutz und zur Nachhaltigkeit** leisten, **indem sie:**

- *" Möglichkeiten zur Vermeidung von betrieblichen Belastungen für Umwelt und Gesellschaft im eigenen Verantwortungsbereich erkennen und zu deren Weiterentwicklung beitragen.*
- *Einsatz von Materialien und Energie in Arbeitsprozessen und im Hinblick auf Produkte, Waren oder Dienstleistungen unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten der Nachhaltigkeit.*
- *die für den Ausbildungsbetrieb geltenden Umweltschutzbestimmungen einhalten*
- *Vermeiden Sie Abfälle, recyceln und entsorgen Sie Stoffe und Materialien auf umweltfreundliche Weise.*
- *Vorschläge für nachhaltiges Handeln für den eigenen Arbeitsbereich entwickeln*
- *unter Einhaltung der betrieblichen Regelungen im Sinne einer ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltigen Entwicklung zusammenarbeiten und zielgruppengerecht kommunizieren".*

Die Auszubildenden sollen wesentlich kompetenter im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sein.

- *" Die Rechte und Pflichten aus den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften kennen und anwenden.*
- *Prüfen und beurteilen Sie Gefahren für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz und auf dem Weg zur Arbeit.*
- *sichere und gesunde Arbeitspraktiken erklären*
- *technische und organisatorische Maßnahmen ergreifen, um Gefährdungen sowie psychische und physische Belastungen für sich und andere zu vermeiden, auch präventiv*
- *Ergonomische Arbeitsmethoden einhalten und anwenden*
- *Verhalten bei Unfällen beschreiben und erste Maßnahmen bei Unfällen einleiten*
- *unternehmensbezogene Regeln des vorbeugenden Brandschutzes anwenden, Verhalten im Brandfall beschreiben und erste Maßnahmen zur Brandbekämpfung ergreifen".*

Dass die Auszubildenden zukunftsicher lernen, dass Berufe umgestaltet werden, ist das Ergebnis von Verhandlungen zwischen Forschung und Sozialpartnern. Konkrete Vorgaben für Tätigkeiten wie das Schweißen sind in Vorbereitung.¹⁸

¹⁶ _Schweisshelden, Linde Schweisstechnik GmbH, <https://www.schweisshelden.de/fachwissen/schweissen-loeten-fuegen/arbeitsschutz-beim-schutzgasschweissen>

¹⁷ Deutscher Verband für Schweißen, Portal mit dem kompletten technischen Regelwerk <https://www.dvs-regelwerk.de/en>

¹⁸ Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB: Standard-Berufsbildpositionen, 2020; Verfügbar auf Englisch unter S. 10-12, https://www.bibb.de/dokumente/pdf/20200829_Publikation_Standardberufsbildposition_2020_Web.pdf

5.2. Italien

Wesentliche negative Umweltauswirkungen der Schweißverfahren und -technologien in Bezug auf Umweltverschmutzung, Verschwendung von nicht erneuerbaren Roh- und Hilfsstoffen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter.

Eine erste Auswirkung der Schweißprozesse auf die Umwelt zeigt sich in den Dämpfen, die sie emittieren. Das größte Risiko im Zusammenhang mit Schweißrauch ist das Vorhandensein von Metallen in Form von Dämpfen oder feinen Partikeln im Rauch (Eisen in einer überwiegenden Menge; Mangan, Nickel, Chrom in erheblichen Anteilen; Zink, Blei, Silizium, Titan, Aluminium, Cadmium, Molybdän, Vanadium, Niob, Kobalt, Wolfram, Kupfer, Beryllium, Antimon in sehr geringen Mengen oder nur in Spuren). Diese und viele andere heute noch anfallende Chemikalien machen das Metallschweißen sicherlich zu einer der kritischsten Tätigkeiten für die Gesundheit des Arbeiters (1). Die Flüchtigkeit von umweltbelastenden Partikeln wie Industrierauch, Ölnebel und Aerosole, ob fest oder flüssig, bringt verschiedene Probleme für Maschinenbauunternehmen, Betreiber und Werkzeugmaschinen mit sich und schafft diese. Zunächst einmal **wirken sie sich negativ auf die Gesundheit der Luft und die Gesundheits- und Hygienebedingungen der Bediener aus**, insbesondere auf der **Ebene der Atemwege**, da Partikel, die kleiner als 0,3 Mikrometer sind, die Lungenbläschen erreichen können und die Atemwege beeinträchtigen. Nicht nur das, bei Kontakt mit der Epidermis verursachen sie Hautreizungen, Dermatitis und Rötungen.

Aus rein produktiver Sicht reduziert die Verschmutzung in der Fabrik durch Mikropulver und Ölnebel die Produktivität der Anlage und insbesondere die Effizienz der Werkzeugmaschinen erheblich, da die Schadstoffschichtung die Präzision und Toleranz der Messinstrumente beeinträchtigt, mit der kostspieligen Folge, dass die Wartungseingriffe an den empfindlichsten Komponenten erhöht werden müssen. Staub, Ölnebel und Aerosole, wenn sie nicht gefiltert und gereinigt werden, machen den Boden rutschig, verschmutzen die Oberflächen der Werkzeugmaschinen und die Wände der Halle, auf denen sie sich ablagern.

Diese Auswirkungen werden auf nationaler und regionaler Ebene durch die Bereitstellung von spezifischen Vorschriften berücksichtigt. Beispiele für Maßnahmen und Vorbeugung von chemischen und karzinogenen Risiken, die durch die Gesetzesverordnung 81/082 vorgesehen sind, sind:

- den Ersatz eines Stoffes oder einer Zubereitung durch einen Stoff oder eine Zubereitung mit geringerer Toxizität, sofern dies möglich ist;
- minimieren Sie die Bildung von Dämpfen, die bei der Verarbeitung entstehen können;
- Belüftung von Arbeitsumgebungen;
- Lokalisierte Absauganlagen.

Es kann jedoch gesagt werden, dass die wichtigsten Lichtbogenschweißverfahren Prozesse mit geringen Umweltauswirkungen sind. Sowohl die Produktion von Schweißrauch als auch die Entsorgung von Verpackungen und Abfällen der verwendeten Materialien sind Aspekte, die bescheidene Mengen betreffen. Im Allgemeinen werden die Schweißdämpfe gefiltert, bevor sie in die Luft abgeleitet werden.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Schweißprozesse erfordern aus Sicht des Arbeitsschutzes besondere Schutzmaßnahmen in Bezug auf folgende Aspekte: die Erzeugung von

- Schweißrauch, der zum Einatmen schädlich ist;
- ultravioletter Strahlung, die bei längerem Hautkontakt zu Verbrennungen und bei direktem Kontakt mit dem Lichtbogen zu Augenschäden führen kann;
- Staub, herausgeschleuderten Metallfragmenten und Lärm oberhalb der Sicherheitsschwelle durch mechanische Arbeiten an den Verbindungen (Schleifen, Meißeln, etc ...)(3).

In Bezug auf PSA sieht die italienische Gesetzgebung vor, dass im Allgemeinen alle Arbeiter, die in den verschiedenen Phasen des Produktionszyklus beteiligt sind, mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ausgestattet sein und diese benutzen müssen, wie z. B.:

- Schutzkleidung (Volloverall oder lange Hose mit langärmeligem Hemd oder Shirt);
- Sicherheitsschuhe mit rutschfester Sohle;
- Handschuhe;
- Augen- und Gesichtsschutz (mechanische und ultraviolette Strahlung).

Die Region Lombardei hat zur Verbesserung des Schutzes der Gesundheit und der Sicherheit der Arbeitnehmer in diesem Sektor das Dekret Nr. 10033 vom 9.11.2012 über "Gezielter Präventionsplan: Vademecum zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer in der Metallschweißstätigkeit" ⁴, in dem auf die folgenden Bereiche verwiesen wird, in denen auf die Sicherheit zu achten ist:

- Einsatz von Maschinen und Geräten;
- Arbeitsumgebung;
- Lasthandling mit Maschinen.

Daher werden sowohl die Auswirkungen auf die Umwelt als auch die Aspekte im Zusammenhang mit Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz in der Regel durch Maßnahmen wie die **Filterung von Dämpfen vor der Freisetzung in die Umwelt**, die **differenzierte Entsorgung von Abfällen**, die Verwendung von **inaktiven Bildschirmen** und Schutzbrillen, die Verwendung von Filtermasken, Lärmschutz sowie hitze- und UV-Strahlen-resistente Kleidung für Schweißer (5) weiter gemildert.

Zentrale Herausforderungen der sozialen und beruflichen Fürsorge für Schweißberufe

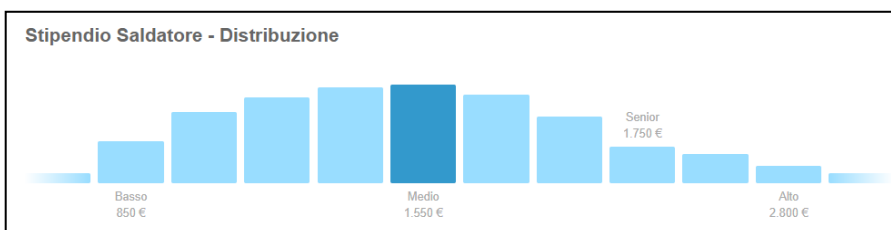
In Italien ist der Beruf des Schweißers ein sehr beliebter Beruf, in der Tat zeigen aktuelle Umfragen von Sole (2,4,6), dass das Berufsbild des Schweißers unter den **zehn am meisten gefragten Berufen unter Facharbeitern und Anlagen- und Maschinenbedienern** ist; sie gehören auch zu den Top-Profis, für die die Nachfrage viel höher ist als das Angebot. Obwohl es sich um eine **anstrengende Arbeit handelt** und obwohl es in vielen Bereichen eine **Umorientierung hin zu Roboteranwendungen gibt**, werden auch heute noch viele Schweißarbeiten in der Industrie, vor allem im Bereich mittlerer und großer Konstruktionen, manuell ausgeführt und **die Professionalität des Schweißers hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Produkte** und die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsprozesses. Obwohl es sich um einen Beruf handelt, der ein ausgezeichnetes Gehaltsniveau bietet, besteht das Problem der **geringen Verfügbarkeit von jungen Menschen**, die sich mit einer hauptsächlich manuell auszuführenden Tätigkeit in der Werkstatt oder auf der Baustelle befassen wollen, sowie des Mangels an Ausbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich (7).

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

In der Tat hat die World Manufacturing Foundation auf dem World Manufacturing Forum 2018 zehn Schlüsselempfehlungen zur Verbesserung des Sektors ausgesprochen(8). Eine der größten Herausforderungen des Maschinenbausektors besteht darin, **ein positives Image und eine positive Wahrnehmung der Fertigungskette zu pflegen und zu fördern**.

In diesem Sinne ist auch der Schweißsektor nicht von der Notwendigkeit ausgenommen, das gängige Denken zu unterlaufen, das diesen Sektor als ungesund und unattraktiv für die neuen Arbeitskräfte darstellt.

Unter Berücksichtigung der Variablen, die das soziale Wohlergehen und die Beschäftigungsdaten des Berufsbildes des Schweißers beeinflussen, wird deutlich, dass in Italien das durchschnittliche Gehalt eines Bedieners, der an Schweißprozessen beteiligt ist, bei 1.550 € netto pro Monat (ca. 28.500 € brutto pro Jahr) liegt, was dem durchschnittlichen Monatsgehalt in Italien entspricht. Das Gehalt eines Schweißers kann bei einem Mindestgehalt von € 850 netto pro Monat beginnen, während das Höchstgehalt € 2.800 netto pro Monat übersteigen kann (9).



Quelle: www.jobbydoo.it/stipendio/saldatore

Laut Istat-Daten, die sich auf den Dreijahreszeitraum 2014-2016 beziehen, sind in Italien etwa **110 Tausend Menschen** in Berufen beschäftigt, die mit Schweißen zu tun haben. Davon arbeiten 75 % als Angestellte in Unternehmen unterschiedlicher Größe, während 24 % selbstständig sind. Die meisten, 64 %, sind über 40 Jahre alt¹⁰.

Die Daten von Unioncamere zeigen, dass der **Schweißer eine schwer zu findende Figur** auf dem Arbeitsmarkt in Italien **ist**. Insbesondere finden italienische Unternehmen es schwierig, Personen zu finden, die auf Elektroschweißen spezialisiert sind (Schwierigkeit der Suche = 44 %), aufgrund des Mangels an Kandidaten (73,2 %) und unzureichender Vorbereitung und Ausbildung

26.8%). Tatsächlich ist für etwa 80 % der Unternehmen eine Weiterbildung in diesem Bereich erforderlich, etwa durch den Besuch von Spezialisierungskursen, um die Lizenz zu erhalten. Die Probleme im Zusammenhang mit Schweißern und Brennschneidern sind eher gering. Tatsächlich handelt es sich hier um eine Figur, die nicht besonders schwer zu finden ist, die aber dennoch für 50 % der Unternehmen zusätzliche Schulungen benötigt. ¹¹.

Die Excelsior-Forschung¹² zeigt, dass es 2019 in der Lombardei zu 71 % schwierig war, Fachleute für Elektroschweißen zu finden, und zwar aus folgenden Gründen:

- Aus Mangel an Kandidaten 39,2%
- Unzureichende Vorbereitung 51,2%
- Andere Gründe 9,6%

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Was den Schweißsektor außerdem am meisten kennzeichnet, ist, dass es sich um ein rein **männlich** geprägtes Umfeld handelt. Allein für die Region Lombardei zeigen die Daten, dass 82 % der Beschäftigten männlich sind¹³.

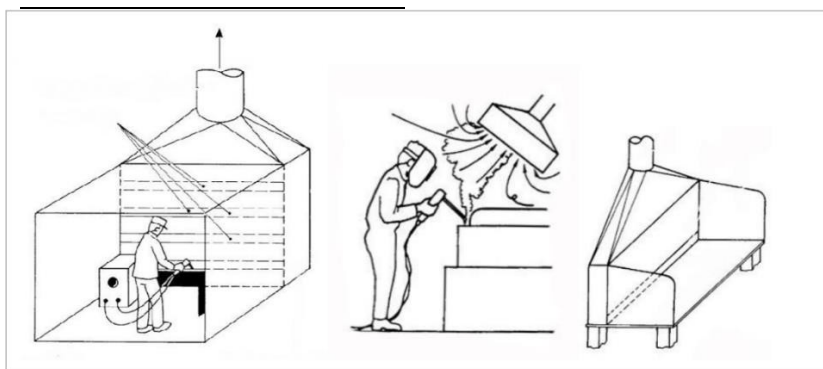
Wiederum aus den Daten, die aus der Excelsior-Forschung in Italien hervorgingen, sind die Vertragsformen für den Beruf des Technikers, der auf Elektroschweißen spezialisiert ist, gekennzeichnet durch:

- 70% befristete Verträge;
- 23% unbefristete Verträge;
- 7% Berufsausbildungen.

Ein Merkmal, das den Bereich des Schweißens unattraktiv macht, ist, dass die damit verbundenen Tätigkeiten die Probanden einer breiten Palette von Risikofaktoren und zahlreichen Pathologien¹⁴ aussetzen, einschließlich:

- Muskel-Skelett-System: Tendinopathien der oberen Gliedmaßen, lumbale Diskopathien;
- Atmungsorgane: Bronchialasthma, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Fieber durch Metalldämpfe;
- integumentäres System: allergische Dermatitis, irritative Dermatitis;
- Intoxikationen: Oxycarbonismus;
- Neoplasmen: Lungen-, Nasen- und Nasennebenhöhilentumore, Melanom, Augenmelanom.
- Unfallgefahr: Verbrennungen, Schnittverletzungen, Fremdkörper im Auge, etc.

Um diese Risiken zu bewältigen, hat die Region Lombardei durch den "Gezielten Präventionsplan: Anwendung des Vademecums zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei Schweißarbeiten an nichtrostendem Stahl" von 2012 die Absaugmethoden und -werkzeuge angegeben. In der Tat muss während der Schweißphasen immer eine örtliche Absaugung vorgesehen werden, wobei das Sammelelement im Arbeitsbereich positioniert wird.



Quelle: Präsentation von Ing. Andrea Caridi, "The extraction systems", Prevention and Safety of Workplaces Service, Brescia 7. Dezember 2016

Experimentiert, implementiert und entwickelt Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens

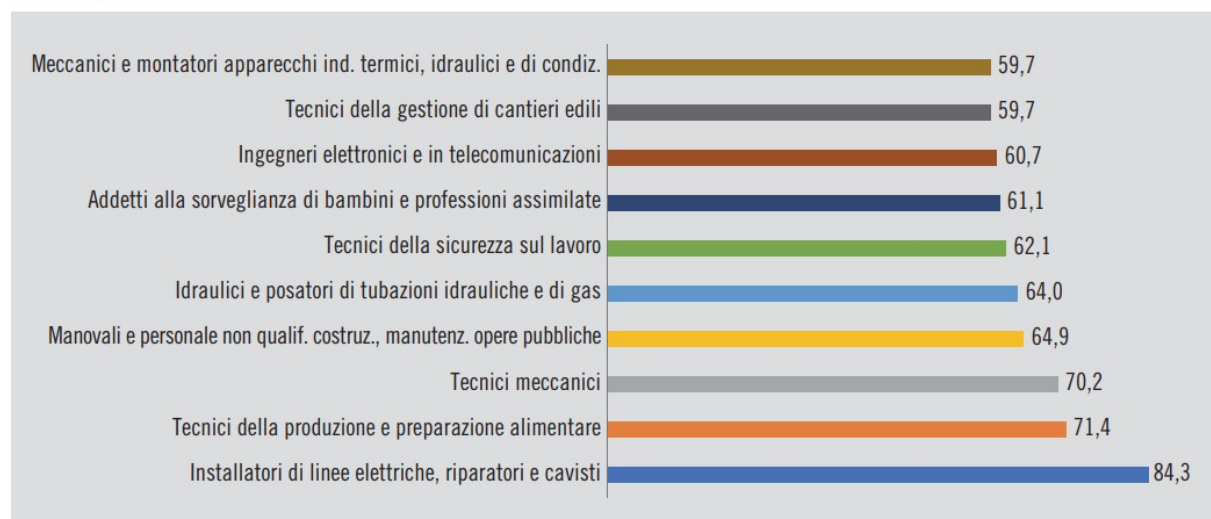
Die Innovationen im Schweißbereich betreffen vor allem die Weiterentwicklung von Prozessen zur Verbesserung von Leistung, Qualität und Produktivität, wobei zunehmend hybride Verfahren eingesetzt werden, die die Vorzüge verschiedener Anwendungen kombinieren. Außerdem gibt es einen **starken Schub in Richtung Robotisierung**. Was die Auswirkungen auf die Umwelt betrifft, so betreffen die Innovationen die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Systemen in Bezug auf Effizienz und Optimierung der eingesetzten Ressourcen¹⁵.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Berücksichtigung der Problematik der Umweltauswirkungen des Schweißens in den bestehenden Berufsbildungslehrplänen und Ausbildungsmaterialien. Die Ausbildungskurse für den Beruf des Schweißers sind je nach anbietender Stelle sehr unterschiedlich. Da es sich um einen Beruf handelt, der für manuelle Tätigkeiten bestimmt ist, spielt der **praktische Teil der Ausbildung** eine grundlegende Rolle. Es gibt oft auch **theoretische Teile** und die Teile, die der **Gesundheit und Sicherheit** gewidmet sind, sind sicherlich Teil der Ausbildungsprogramme (16). Um in Italien den Beruf des Schweißers ausüben zu können, ist es notwendig, die sogenannte **Schweißerlizenz** zu besitzen. Sie ist nämlich seit dem 1. Juli 2014 gemäß UNI EN ISO 9606-1: 2017 (17) für diejenigen vorgeschrieben, die in Unternehmen und Werkstätten arbeiten, um die europäische Gesetzgebung zu erfüllen. Damit weist der zertifizierte Schweißer nach, dass er weiß, wie er die Elektrode, den Schweißbrenner oder den Brenner manipulieren muss, um eine Schweißnaht von akzeptabler Qualität in jedem manuellen und halbautomatischen Schmelzschweißverfahren zu erzeugen. Die Zertifizierung hat eine maximale **Dauer von zwei Jahren. Jede Lizenz ist an eine bestimmte Schweißtechnik (WPS) gebunden** und gehört dem Unternehmen ebenso wie dem Betreiber. In der Tat hat sie keine Gültigkeit, wenn sie in einem anderen Kontext als dem, in dem sie erworben wurde, verwendet wird.

Aus der Umfrage des von Unioncamere geförderten Excelsior-Projekts "Green skills" ¹⁸ gingen 10 Berufe hervor, die ein hohes Maß an Sensibilität und "Geschick für Energieeinsparung und Umweltverträglichkeit" erfordern. Die Profile, die dem technischen Bereich zuzuordnen sind, haben einen höheren prozentualen Anteil als die anderen betrachteten Werte, wie die Tabelle zeigt:

Le 10 professioni per cui l'attitudine al risparmio energetico e sensibilità alla riduzione dell'impatto ambientale delle attività aziendali sono richieste con un grado elevato di importanza* (% sul totale delle entrate)



*Sono state considerate le professioni con almeno 3.500 entrate programmate/previste. Inoltre, per queste professioni sono state considerate esclusivamente le entrate per cui le imprese hanno segnalato per tale competenza un grado di importanza medio-alto e alto.

Fonte: Unioncamere – ANPAL, Sistema Informativo Excelsior, 2017

Es ist klar, dass die Fähigkeiten in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeit und grüne Wirtschaft auch Auswirkungen auf die Welt der Ausbildung haben, wo nur die Lehrer der Berufsausbildung für 51% (19) erklärt haben, dass spezifische Fähigkeiten in Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen nur Teil ihres kulturellen Gepäcks sein können.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Was die Ausbildungsinhalte im Bereich der Nachhaltigkeit betrifft, so setzt sich die Branche für die Begrenzung des Energieverbrauchs und der Mengen an Verbrauchsmaterialien, Gas, Strömen und Füllmaterialien ein. Die letztgenannten Themen sind häufig in Schulungen präsent, die sich mit Schweißkoordinatoren mit technischen oder leitenden Aufgaben befassen, wie dem Internationalen Schweißtechnologien oder dem Internationalen Schweißingenieur (20).

Die neuen Fähigkeiten für das Profil des Schweißtechnikers müssen umfassen:

- Kreislaufwirtschaft
- Aufmerksamkeit auf die Nachhaltigkeit von Prozessen und Produkten im Hinblick auf den Schutz der Umwelt;
- 4.0 Technologien und Innovationen.

3. Polen

Die wichtigsten negativen Umweltauswirkungen der Schweißverfahren und -technologien in Bezug auf Umweltverschmutzung, Verschwendung von nicht erneuerbaren Roh- und Hilfsstoffen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter

In den Jahren 2015-2019 stieg das finanzielle Ergebnis aus dem Verkauf von Produkten, Waren und Materialien im Bereich der industriellen Verarbeitung um ca. 17,1 %, bei einem gleichzeitigen Anstieg des Stromverbrauchs um 14,4 %¹⁹. Es ist eine der vielen Manifestationen der Umsetzung von proökologischen Annahmen in der polnischen Wirtschaft. Die Begrenzung des Rohstoff- und Energieverbrauchs muss jedoch Hand in Hand gehen mit der Verringerung der Umweltverschmutzung und des Abfallaufkommens. Fertigungstechniken, die Schweißen und verwandte Prozesse verwenden, verursachen in den meisten Fällen keine großen Emissionen von Gasen oder Staub, und die in Polen aus diesem Grund geltenden Umweltgebühren stellen keine bedeutende finanzielle Belastung für die Unternehmen dar. Das Problem ist die Handhabung der Abrechnung der Emissionsmenge, vor allem in kleinen Unternehmen und bei Schweißarbeiten im Freien und unorganisierten Gas- und Staubemissionen.

Die Emissionen sind abhängig von der Art der verwendeten Schweißtechnologien. Berücksichtigt werden die im Lichtbogen entstehenden gasförmigen Stoffe (Stickoxide, Kohlenmonoxid), Metallstaub und Schutzgase (Kohlendioxid, Helium). Um die im Umweltschutzgesetz festgelegten Mindestanforderungen zu erfüllen²⁰, muss das Unternehmen die Menge dieser Emissionen berechnen, Informationen darüber vorlegen und beurteilen, ob der ermittelte Wert den Schwellenwert für die Verpflichtung zur Zahlung der entsprechenden Gebühren überschreitet. Ein solcher Wert kann z.B. mit Hilfe einer speziellen Computersoftware²¹ oder auf der Grundlage von Richtlinien in Leitfäden ermittelt werden²². Gleichzeitig ist es wichtig, bei der Beantragung eines Umweltbescheids auch die Produktion von Produktionsresten (z.B. Blechschneiderest,

¹⁹ Materiały statystyczne udostępniane przez GUS: <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>

²⁰ <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20200001219/U/D20201219Lj.pdf>

²¹ J. Matusiak, J. Wyciślik, A. Pilarczyk: i-EkoSpawanie - internetowy system doradczy wspomagający obliczanie emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych przy spawaniu i procesach pokrewnych. 58 Konferencja spawalnicza "Technologie XXI wieku", Instytut Spawalnictwa, Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości, 18-20.10.2016r. Sosnowiec.

²² J. Matusiak; B. Rams; S. Machaczek: Emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych przy procesach spawania i lutowania metali : katalog charakterystyk materiałów spawalniczych pod względem emisji zanieczyszczeń, Gliwice : Instytut Spawalnictwa : Wydaw. WAM, 2004.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Schweißdrahtreste) aus dem Schweißprozess selbst sowie bei den Vorbereitungsarbeiten eines solchen Prozesses, z.B. Vorbehandlung, Schleifen, Entgraten, zu berücksichtigen. Problematisch sind auch Abfälle, die normalerweise als Siedlungsabfälle eingestuft werden könnten, die aber in Produktionshallen anfallen und nicht mit der Produktionstechnik, sondern mit den Tätigkeiten der Mitarbeiter zusammenhängen, z.B. Getränkeverpackungen, Stäube und Schlämme aus der Reinigung von Arbeitsplätzen. Auch Verpackungen, in denen Komponenten und Teile von Produkten verwendet werden, sowie Betriebsflüssigkeiten, Putzlappen und Lackabfälle gewinnen immer mehr an Bedeutung. Wichtige Themen sind auch das Management von Wasser, das zum Befüllen der Wannen verwendet wird, z. B. beim Schneiden mit Hydroabrasiv- oder Plasmaschneidern (in vorbereitenden Prozessen).

Die Hauptgefahren am Arbeitsplatz des Schweißers sind²³: elektrischer Schlag, Einwirkung von Schweißstaub und -gasen, UV-, Vis-, IR-Strahlungslärm und elektromagnetisches Feld (insbesondere Hochfrequenz). In der medizinischen Literatur wird das Auftreten von Manganismus und die Symptome der Parkinsonschen Krankheit bei Schweißern erwähnt²⁴. Wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen den Zusammenhang zwischen Manganexposition bei Schweißern und der Parkinson-Krankheit²⁵. Krankheitssymptome wurden bei Arbeitern nach Exposition gegenüber Mangan in einer Konzentration von 0,14 mg / m³ bei der geltenden Norm von 0,2 mg / m³ festgestellt.

Ein neues Problem, das es zu lösen gilt, ist die Bildung von Nanopartikeln beim Schweißen und ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt²⁶. Die Toxizität, der Mechanismus ihrer Wirkung und die Auswirkungen auf den Körper sowie der Pathomechanismus vieler Atemwegserkrankungen sind nach wie vor unbekannt, daher besteht ein wachsendes Interesse an einer umfassenden Risikobewertung²⁷.

Die wichtigsten Herausforderungen des sozialen und beruflichen Wohlergehens von Schweißberufen in unseren Ländern (Entlohnung, Arbeitssicherheit, Beschäftigungsstabilität und Karriere, Lernmöglichkeiten usw.)

Schweißer*in ist einer der fünf Berufe, die seit Jahren an der Spitze der Liste der meistgesuchten Berufe in Polen stehen. Nach Informationen vom April 2021, die aus Stellenangeboten auf Websites²⁸ und in Fachforen²⁹ gesammelt wurden, kann ein Anfänger als WIG-Schweißer in Polen mit einem Verdienst ab 3.500 PLN brutto rechnen, während erfahrene - ab 5.000 PLN brutto

²³ M. Skiba, J. Frymus: Wpływ środowiska pracy spawacza na jego zdrowie i życie, Studia i Prace WNEIZ US nr 51/2 2018, s97-107.

²⁴ G.R. Evans, L.N. Masullo: Mangan Toxicity. 2020 Jul 15. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 32809738.

²⁵ S. R. Criswell, S. S. Nielsen, M. N. Warden, and others: MRI-Signalintensität und Parkinsonismus bei Mangan-exponierten Arbeitern. Journal of occupational and environmental medicine (2019), 61(8), 641-645.
<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001634>

²⁶ H. Langauer-Lewowicka, K. Pawlas: Nanocząstki, nanotechnologia - potencjalne zagrożenia środowiskowe i zawodowe, medycyna Środowiskowa - Umweltmedizin 2014, Vol. 17, no. 2, 7-14

²⁷ M. Hurbánková, D. Hrašková, and others: Nanopartikel vom Schweißen und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit. Pracovní Lékarství (2015). 67. 12-17.

²⁸ <https://pl.jobble.org/praca-zarobki-spawacz> Zugriff April 2021

²⁹ <https://www.gowork.pl/forum/wynagrodzenia-pracownikow/wynagrodzenie-na-stanowisku-sp> Zugriff April 2021

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

geschätzt werden (der Durchschnittsverdienst liegt bei 4,3 Tausend PLN³⁰ brutto mit dem durchschnittlichen Bruttogehalt im Unternehmenssektor im Jahr 2019 - 5169 PLN). Die Gehaltserwartungen der jungen Schweißer können jedoch sogar doppelt so hoch sein. Jobangebote im Ausland sind viel attraktiver, was das Angebot an Arbeitskräften auf dem heimischen Markt weiter reduziert. Die meisten Schweißer in Polen sind im Rahmen von Arbeitsverträgen beschäftigt, und die Arbeitgeber bieten ihnen zusätzlich eine private medizinische Versorgung, Schwimmbadkarten, Fitnessstudios oder Kulturpakete. Der Verdienst eines Schweißers in Polen ist im Hinblick auf das Gesundheits- und Lebensrisiko oft unangemessen niedrig. Die günstigsten Angebote für Fachkräfte in dieser Branche werden von Zeitarbeitsfirmen angeboten.

Die Kosten für einen zertifizierten Schweißer Kurs in WIG-Technologie ist 6.500 PLN, die MMA-Schweißen - 7.200 PLN. PLN und MIG / MAG - 8 Tausend. PLN. Es ist auch möglich, an kostenlosen Kursen teilzunehmen, die von Arbeitsagenturen organisiert werden. Oft werden die Kosten für die Ausbildung vom Arbeitgeber übernommen, vorausgesetzt, dass die anfallenden Kosten abbezahlt werden. Die vom Welding Institute durchgeführte Untersuchung zeigt, dass in Polen über 4.000 Personen über internationale oder europäische Diplome im Bereich Schweißen verfügen und über 8.000 Personen über bestätigte NDT-Qualifikationen. Von den 200 befragten Unternehmen, die Schweißtechnologien einsetzen, hatte jedes mindestens einen Spezialisten mit einem internationalen Diplom³¹. Laut der Polnischen Agentur für Unternehmensentwicklung (PARP), basierend auf der Studie zum Humankapital³² in Polen, sieht mehr als die Hälfte der polnischen Unternehmen ihren Wettbewerbsvorteil in den Kompetenzen und Erfahrungen ihrer Mitarbeiter.

Veränderungen in der Produktionsweise und die Einführung der Robotisierung von Schweißprozessen wecken Sorgen um die Beschäftigung, aber auch Hoffnungen auf eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Schweißer. Aus der Untersuchung lässt sich schließen, dass sich die Beschäftigungsstruktur am häufigsten infolge der Robotisierung ändert, die Mitarbeiter werden an andere Aufgaben delegiert, und der Rückgang der Beschäftigung tritt seltener auf (ca. 20 %), 65 % der Unternehmen zeigten keine Veränderungen der Beschäftigung aus diesem Grund. Aufgrund der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens und der dank der Roboter erzielten Produktionssteigerung entstand in einigen Unternehmen die Notwendigkeit, neue Arbeitsplätze zu schaffen, fast 20 % der befragten Unternehmen gaben einen solchen Bedarf³³ an. Das Ersetzen von Arbeitern durch Roboter in Positionen, in denen die Arbeitsbedingungen für sie schädlich waren oder in besonders monotoner und belastender Arbeit, führte zu einem Anstieg des allgemeinen Niveaus der Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz³⁴.

Experimentiert, implementiert oder entwickelt Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens, um die zuvor identifizierten negativen Umweltauswirkungen zu bewältigen

³⁰ <https://businessinsider.com.pl/twoje-pieniadze/praca/zawody-deficytowe-w-polsce-2021-pandemia-nasilila-trendy/hmnh2zz> Zugriff April 2021

³¹ M. Restecka, R. Wolniak: Doskonalenie jakości procesów spawalniczych w wyniku wdrożenia robotyzacji, Instytut Spawalnictwa, Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Produkcji i Jakości, Częstochowa 2017

³² https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/30---Raport-z-badania-pracodawcow_200129.pdf Zugriff April 2021

³³ M. Restecka: Struktura zatrudnienia a ekonomia w robotyzacji procesów spawalniczych, PRZEGLĄD SPAWALNICTWA Vol. 87 5/2015

³⁴ J. Fundowicz, K. Łapiński, B. Wyżnikiewicz: Wpływ robotyzacji na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw. III Edycja, Instytut Prognoz i Analiz Gospodarczych, 2019

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Die Notwendigkeit, den Energie- und Rohstoffverbrauch zu senken sowie die Abfallmenge zu reduzieren, bringt die ständige Modernisierung des Maschinenparks und die Suche nach immer mehr innovativen Technologien mit sich, die den Energie- und Rohstoffverbrauch senken oder die Qualität der ausgeführten Arbeit bei gleichem Aufwand deutlich verbessern. Man kann die Forschung zum Schweißen mit Mikrokühlung³⁵ oder die Entwicklung der CMT-Technologie³⁶ erwähnen. Das Nationale Zentrum für Forschung und Entwicklung (NCBiR) kofinanziert derzeit mehrere Wissenschafts- und Forschungsprojekte zum Thema Schweißen. Projekte: POIR.01.01.01-00-0440 / 19, POIR.01.01.01-00-0779 / 18, POIR.04.01.04-00-0119 / 19 fügen sich direkt oder indirekt in die Annahmen der Kreislaufwirtschaft ein, insbesondere in den Bereichen Erhöhung der Arbeitssicherheit der Schweißer, Reduzierung der Schadstoffemissionen und Senkung des Energieverbrauchs in den Prozessen.

Schweißquellen für die Zusammenarbeit mit Robotern, kombiniert mit der Kinematik und Steuerung des Schweißroboters, ermöglichen die Umsetzung neuer Technologien und Prozesse, Anwendungen mit WIG-, CMT-, Löt-, Laser- und Plasmaschweißverfahren werden immer häufiger. Die durchgeführten Analysen zeigen, dass die Robotisierung, obwohl sie unvermeidlich ist, in Polen sehr langsam voranschreitet. Die Anzahl der Roboter in den Jahren 2003-2013 stieg von 2 auf 14 Maschinen pro 10 Tsd. Beschäftigte in der Industrie³⁷, und bis 2019. ist auf 46 gewachsen (der Weltdurchschnitt liegt bei 113)^{38,39}.

Die Themen der Umweltauswirkungen des Schweißens, die in den bestehenden Lehrplänen und Schulungsmaterialien für die Berufsausbildung berücksichtigt werden

Die ausgewählten Ergebnisse der Studie über die Ausgewogenheit des Humankapitals⁴⁰ (BKL-Studie) zeigen, dass das wichtigste Kriterium bei der Auswahl eines Mitarbeiters für die meisten Arbeitgeber die Ausbildung ist (83%), dann die Erfahrung - 69% der Angaben der Befragten, 25% der Arbeitgeber verlangen von den Kandidaten bei der Arbeit vor allem Fleiß, Sorgfalt und Genauigkeit. , Verantwortung, Arbeitsdisziplin, Ehrlichkeit und Zuverlässigkeit.

Die analysierten Lehrpläne und Schweißkurs-Programme enthalten Informationsblöcke über die Identifizierung und Ursachen von Schweißfehlern sowie Informationen über Sicherheit und Unfallverhütung. Die darin enthaltenen Informationen betreffen: die Schweißumgebung, Arten von Gefahren bei Schweißarbeiten, Verschmutzung und Gefahren in Bezug auf Staub und Gase, Gefahren in Bezug auf Lichtbogenstrahlung, elektromagnetische Felder und Lärm sowie erhöhtes Risiko von

³⁵ T. Węgrzyn, J. Piwnik i inni: Innowacyjność procesowa w spawaniu laserowym z wykorzystaniem technologii chłodzenia mikro-jet. (W:) red. Knosala R., Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2016, s. 126-134.

³⁶ T. Węgrzyn, J. Piwnik i inni: Innowacyjność procesowa w spawaniu laserowym z wykorzystaniem technologii chłodzenia mikro-jet. (W:) red. Knosala R., Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2016, s. 126-134.

³⁷ M. Restecka, R. Wolniak: Doskonalenie jakości procesów spawalniczych w wyniku wdrożenia robotyzacji, Instytut Spawalnictwa, Oficyna Wyd. Stowarzyszenia Menedżerów Produkcji i Jakości, Częstochowa 2017

³⁸ J. Fundowicz, K. Łapiński, B. Wyżnikiewicz: Wpływ robotyzacji na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw. III Edycja, Instytut Prognoz i Analiz Gospodarczych, 2019

³⁹ <https://evertiq.pl/news/26467> Zugriff April 2021

⁴⁰ M. Kocór, J. Górniak, P. Prokopowicz, A. Szczucka: Zarządzanie kapitałem ludzkim w polskich firmach, obraz tuż przed pandemią, Bilans Kapitału Ludzkiego 2019, Raport z badania pracodawców w obszarze zarządzania kapitałem ludzkim, Warszawa 2020

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Stromschlägen⁴¹. Die Analysen zeigen, dass Umweltfragen und Fragen im Zusammenhang mit der nachhaltigen Entwicklung nur am Rande eine Rolle spielen. Sie hängen hauptsächlich mit der Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt zusammen, wo das Defizit an Schweißern mit Grundkenntnissen immer noch sichtbar ist.

Die Schulungen, die den Herausforderungen im Zusammenhang mit der nachhaltigen Entwicklung von Schweißprozessen und -technologien begegnen können, richten sich vor allem an qualifizierte Mitarbeiter der Schweißaufsicht und Schweißingenieure. Die Module zur Produktion und Qualitätssicherung in der Fertigung enthalten Inhalte zur Suche nach Optimierungsmöglichkeiten bei der Herstellung von Schweißverbindungen, zu wirtschaftlichen und technologischen Kriterien für Schweißreparaturen oder zu Möglichkeiten der Kostensenkung im Schweißprozess⁴².

5.3. Spanien

Die wichtigsten negativen Umweltauswirkungen der Schweißverfahren und -technologien in Bezug auf Umweltverschmutzung, Verschwendung von nicht erneuerbaren Roh- und Hilfsstoffen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Mitarbeiter

Alle Prozesse, die der Mensch durchführt, wirken sich auf die eine oder andere Weise auf die Umwelt aus, denn der Mensch unterscheidet sich von den übrigen Arten des Tierreichs dadurch, dass er die Bedingungen, die ihm die Umwelt bietet, nicht nur zum Leben nutzt, sondern sie auch zu seinem Vorteil umgestaltet.

Der metallmechanische Sektor ist einer der wichtigsten für die Entwicklung Spaniens und erfordert den Einsatz wichtiger Rohstoffe wie das Schweißen, das zwei oder mehr Metalle durch örtliche Verschmelzung verbindet und dabei verschiedene Prozesse erzeugt, bei denen Gase und Dämpfe entstehen, die sowohl den Schweißer, was zu verschiedenen Arten von Krankheiten führt, als auch die Umwelt und die grundlegende Umgebung des Ortes beeinträchtigen.

Bei Schweißprozessen entstehen Dämpfe, die Elemente enthalten, die sowohl für die Umwelt als auch für die Gesundheit des Schweißers und der Menschen in der Umgebung der Baustelle gefährlich sind. Studien haben gezeigt, dass ca. 0,5 - 1 % der beim Lichtbogenschweißen verwendeten Materialien in Rauch umgewandelt werden, mit Partikelwerten von bis zu 20 mg/m³, plus oder minus 100 Gramm in einem Jahr

Bei Arbeitnehmern kann das Einatmen von Schweißrauch zu gesundheitlichen Schäden führen. Welche Organe betroffen sind und wie schwer die Verletzungen sind, hängt von den Schadstoffen im Rauch und der eingeatmeten Menge im Rauch und der eingeatmeten Menge ab.

Nur wenn die Schadstoffkonzentrationen, denen der Schweißer ausgesetzt ist, deutlich unter der berufsbedingten Exposition liegen, kann das Risiko durch das Einatmen von Schweißrauch als vertretbar angesehen werden.

Das Hauptumweltproblem, das beim Schweißen und Schneiden von Metall entsteht, ist die Emission von Schadstoffen in die Atmosphäre. Es entstehen Metaldämpfe von Zink, Blei, Cadmium, Kupfer usw. und Gase, die Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Ozon, Acrolein, Phosgen, Chloride, Fluoride, Alkalioxide und nitrose Dämpfe enthalten können. Manchmal kommt es sogar zu Leckagen der in den Prozessen verwendeten Gase.

In Spanien wird jedem Schadstoff eine maximale Konzentration in der Luft, der so genannte Ambient Limit Value (ALV), zugewiesen, unterhalb derer, basierend auf dem aktuellen Wissen über seine

⁴¹ <http://www.tdt.pl/component/rubberdoc/doc/307/raw> Zugriff April 2021

⁴² <https://www.tuv.com/poland/pl/lp/tuv-rheinland-academy/specialista-spawalniki/C3%BCv.html#AdditionalInformation> Zugriff April 2021

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Toxizität, davon ausgegangen wird, dass die meisten Arbeitnehmer, die ihm während ihres Arbeitslebens ausgesetzt sind, keine gesundheitlichen Probleme erleiden werden Arbeitnehmer, die ihm während ihres Arbeitslebens ausgesetzt sind, werden keine gesundheitlichen Probleme erleiden. In dem Maße, in dem diese Grenzwerte überschritten werden, steigt die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung.

Für einige der Schadstoffe, die in Schweißrauch vorhanden sein können, wie z. B. Chrom, Cadmium, Fluoride und Kohlenmonoxid, sind auch biologische Grenzwerte (BLVs) verfügbar, so dass durch die Analyse von Blut, Urin oder Ausatemluft zusätzliche Expositionsdaten zu Umweltproben gewonnen werden können.

Experimentiert, implementiert oder entwickelt Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens, um die zuvor identifizierten negativen Umweltauswirkungen zu bewältigen

Die im Einzelfall anzuwendenden Präventivmaßnahmen zur Erreichung der spezifischen Ziele hängen von den Ergebnissen der an jedem konkreten Arbeitsplatz durchgeführten Gefährdungsbeurteilung ab, aber im Allgemeinen sind einige Präventivmaßnahmen identifiziert, deren Anwendung grundsätzlich dem Arbeitgeber obliegt, die aber auch die entschlossene Mitarbeit des Schweißers selbst erfordern.

Dennoch sollte das Ziel immer sein, die Exposition zu eliminieren und, falls dies nicht möglich ist, sie auf das Minimum zu reduzieren, das mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und dem technischen Wissen zu einem bestimmten Zeitpunkt möglich ist.

Die Risiken durch das Einatmen von Schweißrauch können vernünftigerweise als beherrscht angesehen werden, wenn die Konzentrationen der Schadstoffe, denen der Schweißer ausgesetzt ist, deutlich unter den jeweils gültigen Arbeitsplatzgrenzwerten für chemische Arbeitsstoffe liegen.

Beseitigung oder Austausch von Verunreinigungen:

Wo immer möglich, müssen Verunreinigungen **entfernt oder** durch weniger gefährliche Verunreinigungen **ersetzt werden**. weniger gefährlich. Mögliche Beispiele sind:

Die Exposition gegenüber Phosgen aus der Zersetzung von chlorierten Lösungsmitteln kann vermieden werden, indem das Vorhandensein von chlorierten Lösungsmitteln an der Schweißstelle ausgeschlossen wird:

- Entfetten Sie die Teile mit Reinigungsmitteln und nicht mit chlorierten Lösungsmitteln.
- Führen Sie die Teile erst dann in den Schweißbereich ein, wenn sie vollständig getrocknet sind.
- Vermeidung von Umweltverschmutzung des Schweißbereichs mit Dämpfen chlorierter Lösungsmittel aus Entfettungsvorgängen.
- -Rauch, der durch die Zersetzung von Ölen und Schneidflüssigkeiten entsteht, mit denen die Teile manchmal imprägniert sind. manchmal imprägnierte Teile im Schweißbereich ankommen, können vermieden werden, indem sie vorher gereinigt werden.
- -Das Vorhandensein von hochgefährlichen Metallen im Schweißrauch, wie Cadmium, Blei, Beryllium, Thorium usw., kann durch die richtige Auswahl von Elektroden, Flussmitteln, Zusatzwerkstoffen usw. eliminiert oder reduziert werden.

Mit der Belüftung müssen zwei Ziele erreicht werden:

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Die erste und grundlegende ist es, so weit wie möglich zu vermeiden, dass die gerade entstehenden Dämpfe in die Atemwege des Schweißers gelangen. Zu diesem Zweck wird es normalerweise notwendig sein, eine **örtliche Belüftung** zu verwenden.
- Zum anderen soll verhindert werden, dass signifikante Konzentrationen von Schadstoffen in die allgemeine Raumatmosphäre gelangen. Dies wird durch eine **allgemeine Lüftung** erreicht.

Sind die Risiken trotz Ausschöpfung aller Handlungsmöglichkeiten an der Kontaminationsquelle und an der Ausbreitung der Schadstoffe nicht zufriedenstellend beherrscht worden, besteht die letzte Präventivmaßnahme in der Errichtung einer endgültigen Barriere, die direkt mit dem Schweißer selbst verbunden ist.

Eine letzte Barriere, die direkt mit dem Schweißer selbst verbunden ist und aus einem individuellen Atemschutzgerät besteht Individuelle Atemschutzgeräte.

Zweifellos sind alle oben genannten Präventivmaßnahmen grundlegend für die korrekte Beherrschung der Risiken durch das Einatmen von Schadstoffen für die korrekte Beherrschung der Risiken durch das Einatmen von Schadstoffen, aber es ist auch wahr, dass die Einstellung des Schweißers eine es ist auch wahr, dass die Einstellung des Schweißers eine entscheidende Rolle für seinen eigenen Schutz spielt, und zwar so sehr, dass in der Praxis der Erfolg oder Misserfolg dieser Maßnahmen oft von den Arbeitsgewohnheiten des Schweißers abhängt.

Mit anderen Worten: Unabhängig von den technischen Schutzmaßnahmen, mit denen der Arbeitsplatz des Schweißers ausgestattet ist, hängt der Grad der Gefährdung durch das Einatmen von Schweißrauch zu einem großen Teil vom Schweißenden selbst ab.

Die Themen der Umweltauswirkungen des Schweißens, die in den bestehenden Lehrplänen und Schulungsmaterialien für die Berufsausbildung berücksichtigt werden

Schweißprozesse sind für die technische und wirtschaftliche Entwicklung eines jeden Landes unerlässlich, aber sie entgehen nicht den Umweltauswirkungen, die durch die produktiven Aktivitäten verursacht werden. Aus diesen Gründen ist es sehr wichtig, dass die Schüler sich des Einflusses dieser Prozesse bewusst sind, da sie, kurz gesagt, wissen werden, wie sie während ihres Arbeitseinsatzes in einer der Einheiten des Territoriums einen Einfluss haben können, was es ihnen ermöglicht, zum Schutz der gemeinsamen Umwelt beizutragen, und dafür müssen wir uns angemessen vor Schweißgasen schützen.

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft an sich ist jedoch in den Eigenschaften von Edelstahl implizit enthalten: Er kann ohne Qualitätsverlust so oft wie nötig und nach Erfüllung seiner Funktion in jeder Anwendung recycelt werden, mit einer unbegrenzten Nutzungsdauer unter optimalen Bedingungen. Aufgrund seiner Eigenschaften ist dieser Werkstoff ein hervorragendes Beispiel für Recyclingfähigkeit und Wiederverwertbarkeit, die einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten. Sein Lebenszyklus bietet daher mehrere Möglichkeiten, in jeder einzelnen zum Schutz und zur Verbesserung der Umwelt beizutragen.

Für die Schüler ist es von entscheidender Bedeutung, sich bewusst zu machen, dass ein Produkt während des Metallbearbeitungsprozesses mehrere Produktionsstufen durchläuft. Die Umweltauswirkungen der Arbeitsvorgänge wirken sich auf die Umgebung des Arbeitsplatzes und damit auch auf die Menschen aus, die dort arbeiten. Sie wirkt sich auch auf die Umwelt aus, und zwar über die Pfade Luft, Wasser und Boden.

Im nationalen Pakt für eine Kreislaufwirtschaft wird die Bedeutung des Übergangs von einer linearen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft berücksichtigt, indem die Transparenz der Prozesse, das

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Bewusstsein und die Sensibilisierung der Bürger gefördert werden. Auch wird im Pakt die Verwendung von transparenten und zugänglichen Indikatoren gefördert, die es ermöglichen, den Grad der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft zu kennen. Es ist notwendig, Indikatoren für die sozialen und ökologischen Auswirkungen der Tätigkeit von Unternehmen einzubeziehen, um über den wirtschaftlichen Nutzen hinaus, den sie als Folge ihres Engagements für die Kreislaufwirtschaft generieren, bewerten zu können.

In der Region Asturien wird die Anpassung der Lehrpläne für die Berufsausbildung untersucht, da sie bisher keine Auswirkungen der durch den Schweißprozess verursachten Umweltprobleme enthielten. Auf asturischer Ebene gibt es ein Dekret (27/2019) mit dem Titel "Industrieller Umweltschutz und Kontrolle", in dem es eine Figur des "Umweltmanagers" gibt, der ein Vertreter des Unternehmens für Umweltfragen ist und der eine Umweltausbildung haben muss. Diese Figur ist in etwa 500 Unternehmen in Asturien vorhanden; Unternehmen mit integrierter Umweltgenehmigung oder Abfallmanager.

Die Ausbildung ist jedoch in der Verordnung nicht spezifiziert. Sie orientiert sich am Ausbildungszyklus des Umweltmanagements.

5.4. Litauen

Ausbildung und Training von Schweißern

Die Ausbildungsprogramme von Schweißern und Schweißern werden in vielen Berufsbildungszentren Litauens angeboten. Im Jahr 2017 wurde in Vilnius ein modernes sektorales praktisches Ausbildungszentrum für das Schweißen eingerichtet, das mit den modernsten Schweißtechnologien ausgestattet ist und eine breite Palette von Aus- und Weiterbildungsprogrammen anbietet. Das sektorale praktische Ausbildungszentrum für Schweißen ist bisher das einzige derartige Zentrum in Litauen und das modernste Ausbildungszentrum für Schweißen in den baltischen Ländern, wo Schweißer nach einem akkreditierten internationalen Ausbildungsprogramm für Schweißer ausgebildet werden. Dieses Schulungszentrum wurde im Vilnius Jerusalem Labor Market Training Center eingerichtet und ist mit einer einzigartigen Ausrüstung ausgestattet, die es ermöglicht, hochqualifizierte internationale Schweißer und andere Mitarbeiter im Bereich der Metallverarbeitung auszubilden. Das Vilnius Jerusalem Labor Market Training Center verfügt über das notwendige Material für die Ausbildung von Schweißern, aktualisiert und ergänzt es ständig. Es wurden modulare Ausbildungsprogramme entwickelt: für die Ausbildung von Schweißern, Klempnern, Schlossern. Es wurde ein informelles Programm von nicht-formalen Schulungen für Mitarbeiter, die Schweißarbeiten gegen den Schutz von elektrischen PK, VK durchführen, vorbereitet. Es wurden Tests und Aufgaben zur Leistungsbewertung vorbereitet. Ausgestattet mit Schulungswerkstätten für Schweißen und Metallschneiden mit brennbarem Gas und manuellem und robotischem Lichtbogenschweißen. Das Zentrum bietet Schulungen nach 3 formalen Schulungsprogrammen und 5 nicht-formalen Schulungsprogrammen an. Es führte das Projekt "Welder Training Quality development (WTQuality)" (2015-2017) durch, in dessen Verlauf es den Status einer ATB (Authorized Training Body) erwarb - akkreditiert für die Ausbildung von Schweißern gemäß den Anforderungen der internationalen Schweißerverbände IIW und EWF.

Experimentiert, implementiert oder entwickelt Prozess- und Produktinnovationen im Bereich des Schweißens, um die zuvor identifizierten negativen Umweltauswirkungen zu bewältigen

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

In Litauen gibt es mehrere Start-ups, die verschiedene Innovationen der Schweißtechnik entwickeln und umsetzen. Hier ist ein Beispiel.

Zehntelmillimeter dicke Metallstrukturen werden mit Lasergeräten geschweißt. Das ist die neue Schweißmethode, die das Kaunaser Start-up-Unternehmen LAR Technologies anbietet und die den Herstellern von Metalldekorationen und Stahlblechprodukten neue Möglichkeiten eröffnet hat. Die traditionelle Lichtbogenmethode, die derzeit zum Schweißen von Blechprodukten verwendet wird, hat viele Nachteile, wenn es darum geht, dünne Metalle präzise zu schweißen, da sich hitzeexponierte dünne Metalle verformen und viel Zeit und Aufwand für die Bearbeitung der Naht erforderlich ist. "Die Komplexität der Software und die relative" Schwerfälligkeit "der Geräte haben zur Suche nach einer bequemeren und einfacheren Anpassungsmöglichkeit geführt", sagt Naglis Ausman, CEO des Unternehmens. Laser mit einer Schweißnaht, die fast doppelt so schmal ist wie eine Lichtbogenschweißung, sind mit einem Gerät verbunden, das menschliche Bewegungen simuliert. Unternehmen, die solche Geräte kaufen, können kleine Mengen oder Stückgut direkt oder in jedem 360-Grad-Winkel schweißen. Dünnere Schweißnähte halbieren die Zeit für ihr Schrubben und chemisches Bleichen. "Die wichtigste Innovation unserer Lösung ist die Anpassungsfähigkeit. Wir schließen eine manuelle Laserschweißmaschine an die von uns entwickelte Anlage an, die mit dem Laser kommuniziert und als gemeinsames System fungiert, das eine gleichmäßige Bewegung wiederholt", bemerkt N. Ausmanas. Die litauische Lösung wurde bereits von litauischen Unternehmen implementiert, die sich auf Stahlblechkonstruktionen spezialisiert haben - von Schornsteinen bis zu Kücheneinrichtungen. Die Startup-Entwickler sind sehr an den Unternehmen interessiert, da es in Litauen viele fortschrittliche Maschinenbauerhersteller gibt, die in Innovationen investieren und nach fortschrittlichen, flexiblen und kostengünstigen technologischen Lösungen suchen. Skandinavische und westeuropäische Perodukteure neigen auch dazu, Technologien zu wählen, die eine breitere Palette von Schweiß- und Verarbeitungsmethoden mit dem geringstmöglichen Eingriff bieten.

Quelle: <https://www.delfi.lt/mokslas/technologijos/isrinkite-geriausia-2019-metu-lietuviu-isradimaturime-ideju-kurios-sudomino-silicio-sleni.d?id=82873153>

Es arbeiten innovative Anbieter und Entwickler der innovativen Laserschweißtechnologien, wie z. B.: <https://www.tmtrobotics.com/about-our-company/>; <https://protozaurus.lt/en/about-us/>.

Die Themen der Umweltauswirkungen des Schweißens in den bestehenden Lehrplänen und Ausbildungsmaterialien der beruflichen Bildung.

Die im Jahr 2020 genehmigte Berufsnorm der Herstellung von geschweißten und gelöteten Metallerzeugnissen (ohne Maschinen und Anlagen) und von Transportmitteln (ohne motorisierte) und Ausrüstungen definiert die Berufe und Qualifikationen dieser Branche (Dėl virinamų ir lituojamų metalo gaminių (išskyrus mašinas ir įrenginius) bei transporto priemonių (išskyrus variklines) ir jų įrangos gamybos ir remonto sektoriaus profesinio standarto patvirtinimo, 2020, <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/a5b50380a18411ea9515f752ff221ec9>).

Der Teilsektor der Herstellung und Reparatur von geschweißten und gelöteten Metallprodukten (ohne Maschinen und Anlagen) umfasst:

- Herstellung von Metallbauelementen, bestehend aus der Herstellung von Metallkonstruktionen und Teilen davon sowie der Herstellung von Metalltüren und -fenstern;
- die Herstellung von Metalltanks, -speichern und -behältern, bestehend aus der Herstellung von Heizkörpern und -kesseln für Zentralheizungen und der Herstellung von sonstigen Metalltanks und -behältern, letztere unterteilt in die Herstellung von Metallbehältern mit verdichtetem oder verflüssigtem Gas;

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Behandlung und Beschichtung von Metallen, mechanische Bearbeitung, Herstellung von Stahlfässern und ähnlichen Behältern sowie Herstellung von Leichtmetallbehältern.

Die oben genannte Berufsnorm sieht folgende Qualifikationen für den Teilsektor der Herstellung und Reparatur von geschweißten und gelöteten Metallprodukten vor:

Titel der Qualifikation	Qualifikationsniveau nach dem Litauischen Qualifikationsrahmen	Qualifikationsniveau nach dem Europäischen Qualifikationsrahmen für Lebenslanges Lernen (EQR)
Kontakt zum Schweißbetrieb	II	II
Hartlöten	II	II
Schweißer	II	II
Schweißer des Plasmaschweißens	II	II
Betreiber einer Wärmebehandlungsanlage für Schweißverbindungen	II	II
Kontakt Schweißmaschinenbetreiber	III	III
Hartlöten	III	III
Bediener von mechanisierten, orbitalen und robotergestützten Schweißgeräten	III	III
Industrielackierer	III	III
Anlagenbediener für Laserschweißen, -schneiden und -oberflächenbehandlung	III	III
Schweißer	III	III
Schweißer des Plasmaschweißens	III	III
Betreiber einer Wärmebehandlungsanlage für Schweißverbindungen	III	III
Kontakt Schweißmaschinenbetreiber	IV	IV
Bediener von mechanisierten, orbitalen und robotergestützten Schweißgeräten	IV	IV
Anlagenbediener für Laserschweißen, -schneiden und -oberflächenbehandlung	IV	IV
Schweißtechnischer Qualitätsprüfer-Assistent	IV	IV

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Schweißer	IV	IV
Schweißer des Plasmaschweißens	IV	IV
Aufsichtsperson für Kontaktschweißen	V	V
Supervisor für mechanisiertes, orbitales und robotergestütztes Schweißen	V	V
Qualitätsprüfer für Schweißen	V	V
Supervisor für Laserschweißen, Schneiden und Oberflächenbehandlung	V	V
Schweißaufsichtsperson	V	V
Schweißaufsichtsperson	V	V

Die Analyse der Deskriptoren der oben genannten Qualifikationen, die darauf abzielte, den Inhalt der Kompetenzen in Bezug auf die Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zu identifizieren, offenbarte die folgenden Fakten:

- 1) Die Qualifikationen von Schweißern und Schweißern (LTQF/EQF-Niveaus 2-4) enthalten keine Kompetenzen, die explizit auf die Anwendung oder Befolgung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Arbeitsprozess ausgerichtet sind. Die Deskriptoren der Qualifikationen beinhalten die einleitende Qualifikationseinheit, die als Vorbereitung des Arbeitsplatzes des Schweißers definiert ist. Diese Einheit enthält eine breite Palette von Lernergebnissen, einschließlich der Kenntnis der Umwelanforderungen an die Arbeit des Schweißers: grundlegende und allgemeine Anforderungen an den Beruf des Schweißers, Risikobewertung am Arbeitsplatz, Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz und Umweltschutz, Berufsethik sowie Bestimmungen des Arbeitsgesetzbuchs der Republik Litauen und des Gesetzes über Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer der Republik Litauen, die direkt mit den Interessen der Arbeitnehmer verbunden sind.
- 2) Der Grad der Autonomie der Qualifikationen von Schweißern und Schweißern auf den EQR-Stufen 2-3 sieht keine Autonomie der Bediener bei der Entscheidung über die Parameter des technologischen Arbeitsprozesses vor, die für die Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft relevant sind. Die Schweißer dieser Qualifikationen müssen den Deskriptoren der Schweißverfahren folgen.
- 3) Schweißer und Schweißerinnen der Stufe 4 verfügen über eine höhere Autonomie in den weiteren Tätigkeitsbereichen, einschließlich der Entscheidungsfindung in den Bereichen, die für die Umsetzung und Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft relevant sind, wie z. B. die Optimierung der Schweißprozesse, die Planung der Schweißanlagen, die Einrichtung der Schweißanlagen, die Überwachung der Arbeitsabläufe und der Effektivität der Schweißanlagen, die Konstruktion der Schweißkonstruktionen, die Konstruktion der Schweißwerkzeuge und -vorrichtungen, die autonome Auswahl der Schweißmaterialien, der Verbrauchsmaterialien und der Prozessparameter, die Qualitätskontrolle der Schweißverbindungen.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- 4) Die Qualifikationen von Schweißfachleuten der Stufe 5 (Aufsichtspersonen und Vorarbeiter) umfassen eine breite Palette von Einheiten und Kompetenzen, die mit der Umsetzung und Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zusammenhängen, wie z. B.: Qualitätssicherung der Schweißverbindungen und Qualitätskontrolle im Schweißprozess, Verwaltung der Qualitätskontrolldokumentation, Sorge für die Schweißproduktivität und die Einsparung von Materialien und Verbrauchsmaterialien in den Schweißprozessen, Analyse der Schweißpraktiken und Gewinnung von Know-how aus den Fehlern, Sorge für die umweltfreundliche Ausführung der Schweißarbeiten und Kontrolle der damit verbundenen Parameter, Sorge für die Schulung der einzelnen Schweißer, Bediener oder die Gruppenschulung mit dem Ziel der Verbesserung der Produktivität, der Produktqualität (Umgang mit Nichtkonformitäten), der Einsparung von Materialien und der Erfüllung der Anforderungen des Umweltschutzes.

6. ARBEITS- UND LERNPLATZANALYSE DER SCHWEISSARBEITSPROZESSE: FESTSTELLUNG

In diesem Teil werden die Ergebnisse der vergleichenden Analyse der Arbeits- und Lernstationsanalyse der Schweißarbeitsprozesse vorgestellt, die darauf abzielt, das Potenzial der Umsetzung von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und die damit verbundenen Kompetenzanforderungen zu identifizieren.

Arbeitsprozess/Beruf: Schweißen von Metallen.			
Entsprechende	Qualifikationen	/Berufsausbildungen:	Schweißer*in, Schweißaufsichtsperson, Schweißingenieur*in, Produktdesigner*in (EQR-Niveau 2-6/7).
Allgemeine Merkmale des Arbeitsprozesses Schweißen:			
Arten von Produkten/Dienstleistungen:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lkw-Anhänger und -Aufbauten, Mulden- und Abrollcontainer für Entsorgungsunternehmen, NF-Aufbauten. • Blechbaugruppen, Gehäuse, Baugruppenträger • Produkte für Auspuffanlagen, aus Edelstahl und Titan • Anlagen zur Verarbeitung und Verwertung von Abfällen (Speisereste) • Aluminium-Hubschrauber-Rohrstrukturen (Rahmen) • Einrichtungen für Veranstaltungen • Möbel aus Stahl und Edelstahl • Landmaschinen, Kultivierungsaggregate; • Verschiedene Stahlkonstruktionen aus Profilen (z.B. Konstruktionen von Lagerhallen), Laserschneiden, Schweißen von Profilen, Traversen; • Lagerwagen, hydraulische Aufzüge, Geräte für den internen Transport, Aluminiumtreppen, Schränke • Racks, Ständer, Befestigungssysteme für LCD-/LED-Bildschirme • Metallkomponenten für die Maschinen- und Transportindustrie, Schienenfahrzeuge • Konstruktionen und Ausrüstungen für die Öl- und Gasindustrie, Installationen für Industrieanlagen (Shutdowns, Module, Tanks), Ausrüstungen für die Meeresenergie (Ankerpfähle, Jackets usw.), Rohre mit verlängerter Oberfläche und Vorfertigung von Wärmerückgewinnungssystemen, Wärmetauscher • Tanks und Anlagen aus Edelstahl für die Lebensmittel-, Getränke- und chemische Industrie sowie den Energiesektor • Geschweißte Stahlkonstruktionen für elektrische Energienetze und -anlagen: Windenergiekomponenten, verschiedene Konstruktionen und Elemente für die Kernkraftwerke. 			

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

<p>Interne Lieferanten von Vorprodukten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lieferanten von Materialien und Halbprodukten, wie Flachprofilen, Weizenprofilen in einer Vielzahl von Varianten. • Industrieunternehmen, die Komponenten liefern. • Großhändler der Stahlprodukte in der Umgebung. • Stahlwerke für Profilstähle. • Beschaffung von Baugruppen aus der näheren Umgebung. • Stahllieferanten aus den heimischen Märkten und der EU. • Lieferanten von Schweißzusatzwerkstoffen aus der EU. • Für Unternehmen, die im Zusammenhang mit der Einführung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft die Leistungen bestehender Lieferanten nutzen, stellt sich die Frage, ob die Komponenten, die sie in ihren Produkten einsetzen, auch in Zukunft (bei späteren Annahmen, z.B. 10 Jahre Betriebsdauer) den Anforderungen an Qualität und Haltbarkeit entsprechen.
<p>Weitere / direkte Anwender von Produkt/Dienstleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Andere Abteilungen der Produktion zur Weiterverarbeitung von geschweißten Elementen, Teilen, Einheiten. • Direkte Lieferung von Schweißbaugruppen (teilweise Eigenfertigung) und deren Montage (geschraubt, geschweißt). • Manchmal sind die Unternehmen Zulieferer für andere Hersteller, ihre Komponenten werden in der Transport-, Automobil- und Bauindustrie eingesetzt (Halterungen, Rahmen, Griffe, Lafelemente, Fachwerkstrukturen). • Wartung von Industrie-, Bergbau (Öl), Verarbeitung Ausrüstung und Lagerung Geräte, Stromerzeugung Industrie. • Verwendung als industrielle Komponenten.
<p>Kunden von Produkt/Dienstleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kommunale Unternehmen, die sich mit der kommunalen Abfallwirtschaft beschäftigen • Medizintechnik, Unternehmen der Audioindustrie • Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie • Unternehmen der Messebranche • Gastronomiebetriebe (Bars und Restaurants) • einzelne Landwirte und Unternehmen, die Dienstleistungen für die Landwirtschaft erbringen (Landwirtschaftssektor) • Unternehmen, die sich mit der Herstellung von Stahlkonstruktionen beschäftigen • Schiffswerften • Raffinerien • Werbebranche (Multimedia-, Büro- und Werbeabteilungen) • Produktionsbetriebe in der Metallindustrie, Transportunternehmen, Speditionen • Lebensmittel- und Getränkehersteller • chemische und petrochemische Industrie • Unternehmen des Energiesektors • Papierfabriken, Bergbauindustrie.
<p>Merkmale des Arbeitsplatzes:</p>
<p>Orte des Arbeitsplatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • innen und außen

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

<ul style="list-style-type: none"> • zugelassene Arbeits- und Ausbildungsplätze, die gemäß den Normen definiert sind • geräumige Produktionshallen, durch Wände getrennt; mehrere Schweißenden am Arbeitsplatz mit Schutzwänden • einen Schleifraum für die Vorbereitung der Nähte • Arbeiten beim Kunden, um die mit der Schweißquelle verwendeten Geräte zu demonstrieren, um die Ausbildung von qualifizierten und geprüften Schweißern beim Kunden durchzuführen.
<p>Vorherrschende klimatische Bedingungen (Hitze, Kälte, Strahlung, Lüftung, Gas, Dämpfe, Nebel, Staub):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Licht, Wärmestrahlung, uv-Strahlung, Lüftung, Lärm, Dämpfe, Staub • beheizte und belüftete Räume, im Sommerzug mit Ventilatoren. • Belüftung von Arbeitsräumen gemäß den Anforderungen der EN ISO 15012-4: 2016.
<p>Die wichtigsten Emissionen/ Verschmutzungsquellen des ausgeführten Schweißprozesses auf die Arbeitsplatzumgebung (Verschmutzung von Luft, Wasser, Boden, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industriegase, Aerosole und Stäube, die bei Schweißprozessen entstehen: Argongase beim WIG-Schweißen, NOx, CO, Schwebstaub PM2,5 und PM10, Gesamtstaub mit abgeschiedenen Verbindungen MnO2, CuO2, NiO2, Crompartikel beim Schweißen von austenitischem Stahl, Salpetersäuredämpfe beim chemischen Beizen von Schweißnähten, • UV-Strahlung, Stäube, Lärm, insbesondere an Plasma- oder Gasschneidestationen, Schweißrauch, Metall-Aktivgas beim MAG-Schweißen • Abfälle nach der Reinigung des chemisch behandelten Abwassers aus dem Beizprozess (neutralisierter Schlamm mit koagulierten Schwermetallpartikeln) • Das Schneiden mit Wasserstrahlschneidern verursacht auch Wasserverschmutzung und große Mengen an verbrauchtem Abrasivmittel.
<p>Schutzmaßnahmen, die eingesetzt werden, um negative Auswirkungen von Emissionen und Verschmutzung am Arbeitsplatz für den Schweißer/Schweißer, andere Mitarbeiter und die äußere Umgebung zu verhindern:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absaugung von Gasen und Stäuben am Arbeitsplatz: automatisch funktionierende Systeme, die absaugen, Absaugung pro Arbeitsplatz mit Rüssel, der beweglich ist, unter Verwendung von lokalen Absaugungen mit einem Filter von > 99% Wirkungsgrad, gereinigte Luft wird in die Halle und durch die allgemeine Belüftung des Schweißraums zurückgeführt • Schweißkabinen: Begrenzung der Lichtemission, Trennwände schirmen Lichtbögen ab (nur noch selten mit Spritzern dank Umstellung auf Elektronik) • elektronische Funkenlöschung • mobile Trennwände gegen Störlichtbögen • persönliche Schutzausrüstung: Helm mit Automatikscheibe, Doppelvisiere, Überdruck verhindert das Eindringen von Gasen, Atemschutzmasken, Ledergamaschen, lärmindernde Maßnahmen, angepasster Gehörschutz, feuerfeste Schutzkleidung • Wiegen der geschweißten Teile • wichtige freiwillige Entscheidung aller Mitarbeiter zur Verbesserung der Arbeitsplatzqualität.
<p>Am Arbeitsplatz anfallender Abfall:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nicht gefährlicher Abfall: Metallschrott, Eisenschrott, Papier/Pappe der Verpackung, Holz, Industrieabfall Typ 1, Metallreste, Schleifreste, Stäube, Elektrodenstäbe und Elektrodenschweißdrahtkappen, Schweißdraht, Wolfram-Schweißnadeln,

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Schutzkleidung, Ersatzteile der Schweißmaschinen, Schleifscheiben und andere Schleifwerkzeuge,

- gefährliche Abfälle: Altöl, Verpackungen, die RP enthalten haben, Lappen oder mit RP getränktes Material, WEEE, gebrauchte Batterien, Ersatzteile der Schweißmaschinen.

Verfahren zum Sammeln und Recyceln der am Arbeitsplatz anfallenden Abfälle, die Arten der angewandten Verfahren:

- Eingeführtes Abfallmanagementsystem im Unternehmen, Personen, denen die Verantwortung für das Sammeln und Sortieren von Abfällen in der Produktion übertragen wurde, Vorhandensein von Registern für Abfälle (nationale Umweltregister für Verpackungsabfälle und chemische Stoffe)
- Ressourcen für die Ausbildung und Kompetenzentwicklung von Mitarbeitern im Bereich der Abfallsammlung und -verwertung
- Abfälle werden nach definierten Verfahren entsorgt, es werden Dienstleistungen von spezialisierten Abfallsammelunternehmen in Anspruch genommen, die bei der Entsorgung von gefährlichen Filtrückständen helfen
- allgemeine Verfahren zum Abfallmanagement, kontrollierte interne Hinweise mit Informationen zum Abfallmanagement, Umweltleitfäden
- allgemeine Verfahren zum Abfallmanagement, kontrollierte interne Hinweise mit Informationen zum Abfallmanagement, Umweltleitfäden
- Verfahren zur Reihenfolge der Arbeitsgänge: wenn ausgeschnitten, dann entgratet, gebogen, geschweißt wird
- Verfahren zum Sammeln der verschiedenen Materialarten: Stahl CR17, Magnetstahl, Edelstahl; Sammelbehälter für die verschiedenen Abfallarten
- Verfahren der Programmierung der CNC-Maschine in wirtschaftlichen Regimen
- Staub durch Absaugung gefiltert und fachgerecht entsorgt, Schleifstaub auf der Baustelle aufgefangen (Vermischung mit normalem Schmutz) und fachgerecht entsorgt; die Fragen der Berechnung der Staub- und Metallemissionen sowie Fragen der Umweltabgaben und der Sammlung und Entsorgung von Abfällen, einschließlich Schrott, können an spezialisierte externe Firmen vergeben werden.
- Nutzung von Holzabfällen als Biokraftstoff.

Gute Praktiken bei der Sammlung und Verarbeitung des Abfalls am Arbeitsplatz:

- verschiedene Recyclingverfahren
- wenn ein Blech nicht vollständig verwendet wird, geht es zusammen mit Informationen über die Schnittverteilung und die Materialspezifikation ins Lager, dann kann es für den Zuschnitt in der Zukunft verwendet werden; das Material wird für die laufende Produktion vorbereitet und, wenn das Blech nicht verwendet wird, um Details für den geplanten zukünftigen Bedarf auszuschneiden (im Lager) - damit verbundenes Problem des Mangels an dafür reserviertem Lagerraum (vor allem bei kleinen Produktionsserien)
- Verwendung des übrig gebliebenen Rohmaterials für die Nebenproduktion, z. B. werden die beim Schneiden entstandenen Durchbrüche für Zaunelemente verwendet
- angewandte Anreize für Schweißer/Schweißer, die Empfehlungen oder Anforderungen bezüglich der Verarbeitung des Abfalls am Arbeitsplatz zu befolgen: Schweißer werden ermutigt, jeden Abfall und seine Eignung für die weitere Verwendung zu bewerten; sie sollen den Arbeitsplatz ordentlich halten (z. B. Metallschrott an den dafür vorgesehenen Platz legen); sie werden geschult, das Material wirtschaftlich zu verwenden und es intensiv zu nutzen, indem sie den wirtschaftlichen Faktor berücksichtigen



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Schulung und Information über etablierte Kanäle, Aufnahme in die Schulungspläne und Zeiten, die für die Abfallsammlung und -behandlung erforderlich sind, spezifische Aufgaben, die aus der Planung hervorgehen, Mitteilungen an die Mitarbeiter am Weltumwelttag, Recyclingtag, jährliche Auszeichnungen
- angewandte Normen für den Materialfluss nach ISO 9001.

Themen und Methoden der nachhaltigen Arbeit beim Schweißen

Schlüsselaufgaben im Arbeitsprozess des Schweißens:

- Materialkontrolle vor der Produktion: Bleche in klein/mittel/groß werden bei der Anlieferung auf Oberflächen geprüft; in der Produktionsvorbereitung werden die einzelnen Aufträge miteinander verglichen, um die Materialausnutzung sicherzustellen; die Maßhaltigkeit wird mit der VQC-Maschine geprüft und am ersten Stück kontrolliert
- Vorbereitung von Teilen zum Schweißen: Laser- oder Plasmaschneiden von Blechen und Profilen, Kantenbearbeitung nach dem Schneiden, Entgraten, Schleifen, Vibro-Schleifen; Veredelung; Entfernung von Graten, die durch Laser und Stanzen entstanden sind - Entgraten auf Grinding Master, Schleifplatten und Walzen mit dem Förderband; Biegen von Teilen; Kaltumformung, Teile aus großen Blechen werden mit digital gesteuerten Schneidlasern geschnitten
- Ausführung von Schweißverbindungen: Schweißen von Bolzen, Schweißen von Teilen, Schweißen zum Verbinden, angewandt im Mix mit anderen Schweißausdrücken; die Anwendung des speziellen Lichtbogens EWM zum Schweißen von Stahl erfordert keine Vorbereitung der Materialien zum Schweißen
- Zwischenkontrolle der Maßhaltigkeit
- Qualitätskontrolle: Schweißprozess-Spezifikationen und Qualitätskontrollverfahren sind nach verschiedenen Normen und Zertifizierungen (ISO-Normen, TÜV-Zertifizierungen) definiert, verschiedene zerstörende und zerstörungsfreie Methoden der Qualitätskontrolle von Schweißnähten werden angewandt - Bruchprüfung, Nahtprüfung; von den Schweißern und den Auszubildenden der letzten Jahre wird erwartet, dass sie die Qualitätskontrolle selbst durchführen (EQF 3-5); geschweißte Stücke, die zu Prüfzwecken gebrochen sind, werden als Schrott behandelt; eventuell werden auch Prüfstücke getrennt, um wieder verwendet werden zu können.
- Nachbearbeitung, falls erforderlich: Reinigung von Schweißnähten, Schleifen, Vibro-Schleifen; bei großen Abmessungen und unzugänglichen Stellen erfolgt dies manuell (handgeführte Elektrowerkzeuge) in Räumen mit Absaugung, kleinere Elemente werden in Durchlauf-Strahlkammern oder in Vibrations-Schleifgeräten gereinigt; Outsourcing der Vorbereitung von Materialien zum Schweißen und der Reinigung von Schweißnähten (Schneiden und Vorbehandlung, Entgraten, Schleifen, Reinigen); Schleifen und Polieren der Schweißnähte, Bürsten mit den Edelstahlbürsten, Beizen und Passivieren der Schweißnähte und der ganzen Oberfläche (bei Edelstahlprodukten), Lackbeschichtungen, die zunehmend im eigenen Haus mittels Pulverbeschichtung durchgeführt werden; die galvanischen Beschichtungen, die von den Mitarbeitern durchgeführt werden.

Angewandte Schweißregime:

- WIG - je nach Materialstärke und Spaltmaß, dem handwerklichen Geschick, ist es möglich, ohne weitere Nacharbeit für Stahl, Edelstahl, Aluminium
- Schweißen im Vakuum, mit Elektrode, elektrisches Lichtbogenschweißen
- Unterpulverschweißen
- MAG - erfordert kontinuierlichen Materialauftrag, Nachbearbeitung nur bei Stahl, Verkeilen von Edelstahl; MAG-Aktivgasschweißen bei 99

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- MIG (isoliert) für Aluminium
- MIG-MAG
- SÄGE, SMAW, GTAW
- Gas zum Schweißen im Freien
- MMA-Schweißen - nur Außenmontage oder an schwer zugänglichen Stellen
- Brenn-, Laser- und Plasmaschneiden
- Einsatz von Schweißrobotern für alle Prozesse bezogen auf das Produktionsvolumen
- gepulstes Laserschweißen für filigrane Teile
- Punktschweißen (kostengünstiges Regime)
- Bolzenschweißen (mechanisiert) mit Spitzenzündung
- Orbitalschweißen, Schweißen mit Traktoren
- Schweißregime sind abhängig von den Produkthanforderungen (TA des Fahrzeugbaus) und in den Zeichnungen definiert (Reihenfolge, steigende/fallende Nähte, Wurzelnaht)
- Schweißregime werden manchmal von den Zertifizierungsstellen definiert und genehmigt (TÜV-zertifiziert)
- für einige Schweißverfahren sind die Installationstechniken nicht verfügbar (z. B. für Aluminium)
- Plasmaschweißen (bis zu 10 mm Dicke) und Unterpulverschweißen (bis zu 12 mm Dicke) ermöglicht die Vermeidung von Kantenbearbeitung und reduziert die damit verbundenen Emissionen
- Das Unterpulverschweißen erzeugt bei gleichem Energieeinsatz mehr Schmelze und ermöglicht so Energieeinsparungen.

Emissionen, die während der Vorbereitungsphase, der Ausführung der Schweißverbindungen, der Qualitätskontrolle und der Endbearbeitung der Oberfläche entstehen, Behandlung der Emissionen:

- Abfälle aus dem Aufbereitungsprozess oder Reste von Schneidöffnungen (meist als aussortierter Schrott behandelt, je nach Form und Abmessung auch für die Sekundärproduktion, z.B. Zäune, verwendet); Lärm, Funken, Spritzer, Schleifstaub, Lösungsmittel.
- Staub und Späne aus dem Schleif- und Reinigungsprozess werden durch Absaugungen und Filter aufgefangen und anschließend zur Entsorgung an externe Firmen übergeben
- Emissionen der Schweißphase: Rauch, Licht, Abfall, Schlacke, Projektionen; Rauch wird mit Filtern gefiltert, die Reinigungssäcke enthalten, die mit Druckluft abgeschieden werden, Staub wird entsorgt; die Absauganlagen werden regelmäßig von Händlern überprüft und bei Bedarf ausgetauscht.
- Emissionen aus der Schweißnachbearbeitung: Schleif- und Poliermaterialrückstände, Emissionen aus dem Wärmebehandlungsofen, Sand- und Metallstrahlrückstände, Oberflächenbeiz- und Passivierungsmaterialien, Rückstände von Lackierstraßen.
- Probleme mit einer großen Menge an Kunststoff-, Karton- und Holzabfällen in Form von verschiedenen Arten von Verpackungen, beschädigten Paletten, Ölen und Verbrauchsmaterialien (die von externen Firmen abgeholt werden); Karton wird als Füll- und Schutzmaterial bei der Verpackung eigener Produkte verwendet
- Unternehmen, die ISO-Qualitätssicherungsnormen anwenden, verfügen im Falle von Mängeln über Verfahren für nicht konforme Produkte (Reparatur, Demontage, Verschrottung); Bedeutung der wirtschaftlichen Betrachtung - kostspieligere Komponenten werden repariert, z. B. werden Abmessungen geändert und Gegenstücke

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

angepasst; nicht konforme Produkte werden entweder repariert oder verschrottet, abhängig von der Art des Mangels und den Abmessungen des Artikels.

Praktiken/Methoden, die angewandt werden, um das Volumen der Emissionen in jeder Phase des Arbeitsprozesses zu reduzieren:

- bei der Konstruktion von geschweißten Produkten und Konstruktionen: Minimierung des Fugenvolumens unter Berücksichtigung des Abfallvolumens und dessen Bewirtschaftungsmöglichkeiten, die sich aus der Konstruktion ergeben; Positionierung der Werkstücke für den Zuschnitt aus den Blechen; Registrierung und Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der verbleibenden Blechmaterialien nach dem Zuschnitt zur Verwendung bei der Herstellung anderer Teile und Produkte; Optimierung der Schweißnahtkonstruktion
- in der Phase der Auswahl des technologischen Schweißprozesses: Auswahl der wirtschaftlichsten und umweltfreundlichsten Schweißprozesse für den jeweiligen Fall unter Berücksichtigung der technologischen und produktspezifischen Anforderungen (ohne Kompromisse bei der Qualität, aber unter Vermeidung übermäßiger Schweißregime, z.B. sehr oft hilft die Verwendung des Unterpulverschweißens bei dicken Blechen, das vorbereitende Schneiden der Bleche zu sparen und die Emissionen aus diesem Prozess zu reduzieren); übermäßige Anforderungen an das Schweißen in der Projektierungsphase werden oft zur Hauptquelle der erhöhten Umweltverschmutzung und des Abfalls; sehr oft entstehen diese Überschreitungen in der Projektierung und technologischen Vorbereitung des Schweißprozesses wegen der schnellen / übereilten Ausführung des Projekts, des Mangels an "Geduld" und Zeit für hochwertige Berechnungen des benötigten Materialvolumens
- geeignete und optimale Auswahl der Schweißregime nach den technologischen Anforderungen des konkreten Falles; optimale Auswahl der Schweißverfahren und -regime nach den geforderten Verbindungstypen, Kontrolle der Auswahl der Schweißregime und Vermeidung der Anwendung von übermäßigen Regimen in Bezug auf die thermische Einwirkung; bei der Ausführung der Schweißungen Einhaltung der im Schweißverfahren definierten 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, minderwertig), was zusätzliche Vorbereitungen erfordert und zusätzliche 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 von geschickten Verfahren zur Vorbereitung der Rohmaterialien für das Schweißen und optimale Schweißregime erlauben auch die Einsparung von Oberflächenbehandlungsoperationen nach dem Schweißen (Metall- und Sandstrahlen)
- Strenge Qualitätskontrolle der Arbeitsblätter, um Nichtkonformitäten vor dem Schweißen zu verhindern
- Reduzierung des Einsatzes von Schleifmitteln für die Oberflächenbehandlung von Schweißnähten durch Verwendung von mehr Fräsern, Schleifplatten
- Minimierung des Umfangs der Schweißarbeiten durch Beibehaltung einer hohen Schweißqualität (Vermeidung von Reparaturen der Schweißnähte); die Emissionsreduzierung wird durch Verbesserung der Qualität der Schweißnähte, durch

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Auswahl und Feinabstimmung der Zusammensetzung von Schutzgasen und Schweißdrähten angestrebt

- Optimierung des Volumens und der Intensität der verarbeiteten Schweißung durch die Kantenvorbereitung vor dem Schweißprozess, Nutzung der X-Schweißnähte, Minimierung der Zonen des Schweißbereichs
- Auswahl des Schweißers mit dem richtigen Profil und Qualifikationsniveau für die vorgesehenen Schweißprozesse: Verwendung von Kompetenzrahmen für Schweißer, die auf die Komplexitätsstufen der geschweißten Konstruktionen/Objekte abgestimmt sind
- Lösungen, die eine Verringerung des nachträglichen Arbeitsaufwands für die Reinigung der Verbindung ermöglichen; die Verlagerung auf die Arbeit mit Schweißrobotern und Laserschneidern (insbesondere vom Typ Faser), die eine größere Ausnutzung des Ausgangsmaterials ermöglichen und den Abfall durch optimierte Verschachtelung verringern; die Roboter führen Schweißungen auf wiederholbare Weise aus, was bei der richtigen Wahl der Mittel und Parameter des technologischen Prozesses zur Verringerung von Fehlern führt
- beim MIG- und MAG-Schweißen: Verwendung von Schutzgas (Mischgas: Argon [eigenes Silo] 92%+ Co₂ & Sauerstoff hilft, Spritzer zu vermeiden und sorgt für einen besseren Einbrand; fokussierter Lichtbogen (1000 Grad) vermeidet Strahlungswärme auf dem Werkstück; Temperaturanstieg 1-2 Grad bei einem Abstand von 30 cm zum Körper
- Bevorzugung von "schnellerem" Schweißen, um weniger Material zu verbrauchen und Emissionen einzusparen (birgt das Risiko von Fehlern und Nichtkonformitäten, was den Materialverbrauch, die Verbrauchsmaterialien und den Abfall des Schweißprozesses erhöhen kann)
- Das Drahtschweißen ermöglicht es dem Bediener, nur die für die Verarbeitung notwendige Materialmenge zu verwenden, ohne Abfall durch den Einsatz von Metallen zu produzieren, die den tatsächlichen Produktionsbedarf übersteigen
- Einsatz von CNC-Maschinen (Plasmaschneider, Laser) schränkt den schädlichen Einfluss von Schweißprozessen auf den Betrieb anderer Stationen deutlich ein (Bearbeitung in einem geschlossenen Maschinenraum)
- Strenge Einhaltung der Qualitätsmanagementverfahren, Freigabe der WPS und Erstellung der Schweißanweisungen, Durchführung von Schweißproben, Zertifizierung der angewandten Schweißverfahren und Schweißer im Unternehmen mit den zugelassenen internationalen/nationalen Audit- und Zertifizierungsstellen, Norm DIN 15085 -2 (inkl. 3834)
- Bevorzugung individueller Methoden und Ansätze zur Reduzierung der Emissionsmenge, abhängig von der individuellen Erfahrung des Schweißers/Auszubildenden
- Kontrolle des Ofens, periodische Wartung zur Überprüfung seiner Effizienz, Untersuchung der thermischen Behandlungen auf ihre Wirksamkeit, Kontrolle der Temperaturzyklen und -zeiten
- teilweises Ersetzen des Schweißens durch Verschrauben und Vernieten
- 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)
- Die Oberflächenbehandlung durch Lackieren erfordert eine optimale Kalibrierung der benötigten Lackmenge und die Wahl des optimalen Lackiersystems (C2, C3, C4, C5)

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

entsprechend der Korrosivität der Umgebung, in der das Produkt verwendet wird, wobei übermäßiges Lackieren zu vermeiden ist

- Metallstrahlen ist im Vergleich zum Sandstrahlen umweltfreundlicher, da es sich um einen wiederholten Einsatz von Strahlmitteln handelt
- Periodische Kontrolle der Be- und Entlüftungsanlagen der Schweißbereiche nach betriebsinternen Vorschriften und Regeln (in der Regel durch die verantwortlichen Meister und Aufsichtsführenden der Schweißanlagen) unter Verwendung von Kontrollblättern der Filteranlagen.

Praktiken/Methoden, die angewandt werden, um das Volumen der Hauptmaterialien (z. B. Metalle) und Verbrauchsmaterialien im Schweißprozess zu reduzieren:

- Konzentration des Einkaufs von Rohstoffen, Integration von Materialien aus dem Engineering zur optimalen Nutzung von Rohstoffen
- Anwendung von Leichtbau und modularem Aufbau von Produkten (Fahrzeugeinheiten); Arbeitsparameter des durchgeführten Prozesses in der Schweißeinrichtung werden registriert und einem bestimmten Schweißer zugewiesen
- größere Abfallmengen und erhöhter Materialverbrauch entstehen bei Kleinserien, bei denen die ausgeschnittenen Details nicht die gesamte Fläche des Blechs einnehmen; freie Flächen werden dann mit Elementen für künftige Aufträge aufgefüllt; bei der Anordnung der Elemente auf dem Blech wird auch die Platzierung kleinerer Elemente innerhalb der in größeren Details gestanzten Löcher berücksichtigt; was im Produktionsprozess nicht mehr verwendet werden kann, wird manchmal als "Nebenprodukt" produziert
- unbenutzte Bleche und Profile werden etikettiert (Stahlsorte, Bestellung) und an das Lager geschickt, wo sie mit der nächsten Bestellung entnommen werden
- Sortierung der verbleibenden Abfälle von Metallen und Schweißzusatzwerkstoffen nach Art der Materialien.
- Fehler, die im Produktionsprozess auftreten, werden jeweils auf die Ursache der Nichtkonformität hin analysiert und bestimmten Schweißern und Stationen zugeordnet
- Entwicklung der praktischen Fertigkeiten des Schweißens durch die Verwendung des Simulators vor der Ausführung der realen Operationen, Üben; Besitzen der praktischen Erfahrung und Verfügbarkeit von Werkzeugen, Verwendung von Prüfgeräten der alternativen Methoden, z.B. sicherheitsrelevante Verschraubungen, Anzugsmomente und Schraubverbindungen von Hand.
- auch permanente Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt werden, z. B. Plomben an Gasreglern, die nach der Einstellung der Prozessbedingungen installiert werden, und verschiedene Zugriffsebenen auf die Prozesseinstellungen der Maschine
- Kreislaufnutzung des gefilterten Abwassers der Beizanlagen und Bäder.

Die wichtigsten Synergien und/oder Zielkonflikte zwischen den Qualitätsanforderungen und "grünere" (umweltfreundlicheren) Ansätzen und Methoden im Schweißprozess:

- Übereinstimmung der Ziele der Qualitätssicherung mit den umweltfreundlichen Ansätzen der Organisation und Durchführung von Arbeitsprozessen beim Schweißen; die Qualität der Schweißnahtvorbereitung ist von entscheidender Bedeutung für die Reduzierung von Emissionen und die Einsparung von Materialien
- einige Kunden (CEE-Länder) bevorzugen Qualität und Langlebigkeit der geschweißten Produkte, ignorieren aber immer noch den Faktor der Nachhaltigkeit der Herstellung; andere Kunden (nordische Länder) priorisieren die Umweltaspekte der Schweißprozesse bei der Entscheidung über Aufträge und wenden Audit- und Zertifizierungsverfahren an

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Bedeutung der Einhaltung von Umweltaanforderungen und "grüner" Schweißprozesse als Teil der Strategie zur Förderung von Exporten und der Erschließung neuer nachfragestarker Märkte.

Autonomie der Schweißer/Schweißerbediener, die Arbeitsmethoden und -regime so anzupassen, dass Emissionen und der Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduziert werden, Verfügbarkeit von Unterstützung für Schweißer und Schweißerbediener durch das technische Personal:

- klare und transparente Ordnung im Bereich des Sammelns, Sortierens und Verarbeitens von Abfällen und der Vermeidung von Emissionen, die sehr deutlich an die Schweißer weitergegeben wird (Bedeutung der Schulung und Bewusstseinsbildung der Schweißer darüber, warum die konkreten Praktiken angewendet werden und wie diese Praktiken zum Wohlbefinden am Arbeitsplatz, zur Gesundheit und zur Umwelt beitragen); Bedeutung der transparenten und klaren technischen Dokumentation für das Schweißen (Zeichnungen und technische Spezifikationen), die einen minimalen Spielraum für die Interpretation der Daten durch den Schweißer lässt
- Ergonomischer Komfort für den Schweißer zur Einhaltung der Abfallentsorgung und Minimierung von Emissionen am Arbeitsplatz: Verfügbarkeit und Funktionalität der notwendigen Infrastruktur (z. B. zur Abfalltrennung, Schutz der Umwelt vor Emissionen)
- mit Überwachung, einschließlich Videoüberwachung zur Kontrolle der Arbeit von Schweißern
- Die Kompetenz der Schweißer kann die mangelnde Qualität der Konstruktion und des Designs nicht kompensieren
- detaillierte Vorgabe der Arbeitsaufgaben, der Schweißer muss sich an die technische Dokumentation und die Spezifikationen halten; Schweißen ist ein hochkomplexer Arbeitsprozess, vor allem das Erreichen der Qualitätsanforderungen erfordert viel Aufwand, daher muss die Verantwortung des Schweißers klar abgegrenzt sein und kann nicht breit gefächert sein; begrenzte Autonomie, da die wichtigsten Entscheidungen von den Konstrukteuren der Produkte getroffen werden
- Schweißer erhalten detaillierte Richtlinien zur Schweißanweisung (WPS); Korrekturen durch einen Mitarbeiter sind möglich, z.B. innerhalb des zulässigen Bereichs (z.B. 10%) einer Parameteränderung; wenn Mitarbeiter in bestimmten Bereichen arbeiten, müssen sie die Technologen nicht über Änderungen informieren; bei Akkordarbeit können Schweißer keine Prozessparameter selbständig ändern, und jede solche Tatsache wird in der Steuerung der Schweißanlage registriert, um die Tendenz der Schweißer zu verhindern, ihre Arbeit durch übermäßige Erhöhung von Parametern (z.B. Schweißstrom) zu "beschleunigen" und folglich das Volumen der Nichtkonformitäten zu erhöhen
- Schweißer müssen über die Kompetenz verfügen, die eine selbstständige Vorbereitung der Schweißnähte ermöglicht
- wenn die Roboterbediener nicht schweißende Mitarbeiter sind, können nur erfahrene Technologen die Betriebsparameter des Schweißprozesses ändern, während ein Mitarbeiter den Arbeitsweg des Roboters nur (in begrenztem Umfang) nach Einholung der Zustimmung des Technologen korrigieren darf
- Schweißer werden ermutigt, Initiativen in Bezug auf Effizienz, Qualität und Reduzierung von Abfall / Ausschuss zu ergreifen, können aber nicht selbst in die Prozesstechnik eingreifen
- Konsultationen mit Schweißern bei der Erstellung von technischen Unterlagen und Verfahren, Einholung ihres Feedbacks und praktischer Empfehlungen zur Optimierung von Schweißprozessen

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Die Kommunikation zwischen Entscheidern (Ingenieuren und Konstrukteuren) und Schweißern ist von entscheidender Bedeutung, um Qualität bei möglichst geringem Arbeitsaufwand sicherzustellen.

Werkzeuge / Ausrüstung für nachhaltiges Arbeiten

Werkzeuge und Geräte, die zur Durchführung der Schweißaufgaben verwendet werden (Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Software):

- Schweißmaschinen (halbautomatische Schweißmaschinen, ausgestattet mit Inverterquellen, Schweißen in MIG/MAG- und TIG-Technologie)
- Schweißroboter, die mit einer Software ausgestattet sind, die die Steuerung des Fertigungsprozesses ermöglicht, werden in zunehmendem Maße eingesetzt; es ist auch möglich, Parameter des Schweißprozesses in Echtzeit zu verfolgen und zu speichern; die Software enthält Funktionen zur automatischen Fehlerkorrektur bei unerwünschten Interaktionen mit der Umgebung; Solidworks-Software; Automatisierung des Schneid- und Schweißprozesses, individuell an die Bedürfnisse des Kunden angepasst
- Spanntische zum Fixieren der Baugruppen und Schweißlehren, Klemmen, Schwerlastspanner, Portal- & Schwenkkräne (optimale Entlastung); keine Zwangspositionen (für Reparaturen möglich)
- Laser- und Plasmaschneider zum Schneiden von Blechen, Rohren und Profilen sowie zum Schneiden von Löchern verschiedener Formen, secator für thermisches Schneiden, Brennschneiden und Schmelzschnidverfahren mit motorisiertem Antrieb
- Kammern und Geräte zum Sand- und Metallstrahlen der geschweißten Oberflächen
- Werkzeuge zur Oberflächenbearbeitung: Schleifscheiben und -teller, Polierbänder und -werkzeuge, Bleichgeräte und -werkzeuge
- Bäder und Anlagen für das Beizen und Passivieren der geschweißten Oberflächen von Edelstahlprodukten.

Funktionalitäten der Werkzeuge und Geräte, die es ermöglichen, die Arbeitsmethoden, Regime und Verfahren anzuwenden, die die Verschmutzung und Verschwendung von Materialien und Verbrauchsmaterialien reduzieren:

- Nutzung/ Nutzen des Wettbewerbs der Anbieter von Schweißgeräten bei der Suche nach energiesparenderen Lösungen; Berücksichtigung des Energiebedarfs von Schweißmaschinen beim Kauf neuer Schweißgeräte
- Das Impulsregime beim Schweißen hilft, den Wärmeeintrag zu kontrollieren und die Energiemenge zu regulieren, wobei synergetische Schweißregime verwendet werden, die helfen, den Energieverbrauch zu kontrollieren und zu optimieren
- Verwendung des Unterpulverschweißens oder der Kombination von Schweißverfahren mit dem Unterpulverschweißen für das Schweißen von Blechen mit großer Dicke (z.B. beim Schweißen von Blechen mit einer Dicke von 100 mm wird die Wurzel der Schweißnaht durch halbautomatisches Schweißen geschweißt, die restliche Schweißnaht wird mit dem Traktor des Unterpulverschweißens unter Verwendung eines Drahtes mit einem Durchmesser von 4 mm geschweißt), was die Reduzierung der Anzahl der Schweißdurchgänge ermöglicht
- breitere Anwendung des Kontaktschweißens (Punktschweißen) anstelle des Volljodierschweißens, wo möglich
- Roboter ersetzen Schweißquellen in dem Bestreben, ineffektive und energieintensive Arbeitsgänge zu reduzieren oder zu eliminieren, werden bei Fachkräftemangel eingesetzt,

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

helfen ressourcenintensive Tätigkeiten zu eliminieren, z. B. manuelles Schleifen von Schweißnähten minderer Qualität oder manuelles Heften

- Die Automatisierung ermöglicht es, die Ausschussmenge zu reduzieren und die Effizienz und Wiederholbarkeit beim Schweißen und Schneiden zu erhöhen - CNC-Schneider verwenden eine Software, die die Verteilung der Elemente auf dem Blech optimiert und die Verwaltung der Material- und Schnittaufträge erleichtert
- Die Reduzierung der Umweltverschmutzung zeigt sich in der Ausstattung der Werkstätten mit lokalen Absaugungen, die in den Brenner integriert sind, wodurch der Einsatz großer Absaugventilatoren entfällt
- interne Qualitätssicherung, mit 4-Augen-Prinzip, Werker selbstprüfung mittels Prüflern und die Qualitätskontrolle durch den QM-Beauftragten, der selbst Schweißer ist
- genaues Trennen mit einem Sekator hilft, das Schleifvolumen zu reduzieren; Einsatz von Trennmaschinen zur Kantenvorbereitung anstelle von Schleifen; spezielle Basisscheiben zum Schleifen sind zwar teuer, erzeugen aber weniger Emissionen und Reststoffe
- Stromdrahtschweißgeräte verschwenden kein Material, weil sie dem Bediener ein sehr präzises Arbeiten ermöglichen; die Maschinen der neuesten Generation optimieren die Arbeit und sind effizienter als die Geräte der Vergangenheit
- Der Austausch der mechanischen Ventile gegen elektronische hilft, den Verbrauch von Gasen um 1/3 zu reduzieren!
- Verwendung von maßgefertigten EWM, Schlauchpaketen (4-6,5m) am Galgen macht den Schweißprozess sicherer, verursacht weniger Schäden (kein Bodenkontakt)
- Notwendigkeit der Einführung spezieller Unterweisungen und Schulungen für Schweißer/Auszubildende zu diesen Themen; Schweißer werden für das Schweißen mit verschiedenen Werkstoffen ausgebildet, die funktionalen Fähigkeiten müssen auf dem neuesten Stand gehalten werden; in der Ausbildung erfolgt die Vorbereitung der Werkstücke immer manuell, weil die Schweißer beweisen müssen, dass sie diese Aufgabe bewältigen können; virtuelle Schweißsimulationen mit Computern für die praktische Ausbildung sind noch zu teuer, außerdem kann man die Materialeigenschaften nicht vollständig simulieren.

Organisation eines nachhaltigen Schweißarbeitsablaufs

Modi der Arbeitsorganisation:

- Einzelarbeitsplätze; Schweißer führt einzelne Arbeiten in einer Schicht aus; bei Kleinserien und bei der Auftragsproduktion des Kunden werden die Schweißnähte von einzelnen Schweißern mit entsprechenden Qualifikationen gesetzt
- der Schweißer arbeitet mit dem Bediener der mechanischen Bearbeitung zusammen (paarweise), um eine optimale Produktivität der Schweißarbeiten zu gewährleisten
- der Schweißer arbeitet im Team mit dem Bediener der mechanischen Bearbeitung, der auch das Punktschweißen der Bleche/Teile zur Vorbereitung der Verbindung sowie die Oberflächenzwischenbehandlung der Schweißnähte (Polieren) durchführen kann
- Entscheidende Bedeutung der richtigen Befolgung der durch die technologische Spezifikation festgelegten Reihenfolge der Schweißvorgänge - sehr wichtig ist die ganzheitliche Planung aller Arbeitsvorgänge unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten; Überwachung der Befolgung der Schweißvorgänge bei der Ausführung von Schweißaufgaben durch die Aufsichtsperson der Schweißanlage
- Zweischichtsystem, das in Teams organisiert ist, wobei die Aufgaben entsprechend den Fähigkeiten der Mitarbeiter zugewiesen werden, eventuell mit Übergabe an die nächste Schicht; eine Teamarbeit von qualifizierten und erfahrenen Schweißern und (leichter zu

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

bekommenden) Bedienern ohne Schweißkenntnisse ermöglicht das Erlernen, die optimale Auswahl und das Testen der Prozessparameter

- Rotationsteams; geteilte Teamarbeit
- durch den Produktionsleiter entschieden
- ein Teil der Arbeiten wird von Robotern und Bedienern ohne Schweißerqualifikation ausgeführt, ein Teil von Schweißern mit Berechtigungen
- kontrollierte Ausgabe der Materialien und Schweißzusätze für Schweißer - der überwachte Verbrauch spielt die Rolle der Disziplinierung des Schweißers; Signalisierung und Besprechung der Fälle des übermäßigen Verbrauchs von Materialien und Schweißzusätzen.

Probleme oder Mängel in der Arbeitsorganisation, die zur zunehmenden Verschmutzung, zum Verbrauch von Materialien und Verbrauchsmaterialien sowie zur Zunahme von Abfällen im Schweißprozess beitragen:

- Kommunikationsprobleme - Versäumnisse bei der Definition klarer Ziele und eines klaren Arbeitsplans des Schweißprozesses - Kunde, Konstrukteur und Schweißer müssen die gemeinsame Verantwortung haben, den Auftrag richtig zu verstehen und umzusetzen; Mangel an einer transparenten und ständigen Zusammenarbeit zwischen der technologischen Abteilung (Schweißingenieure, Technologen), erfahrenen Schweißern und Schweißern; ein Mangel an 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 des Produkts konzentriert; die Frage des Umfangs und der Art und Weise eines solchen Austauschs bleibt noch zu klären
- mangelnde Konzentration, mangelnder Wille, unzureichende Motivation bei der Arbeit
- Probleme, die für den Umgang mit individualisierten Produktionsprozessen typisch 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 benötigen); im Falle einer individualisierten Produktion verlangen die Kunden oft Änderungen und Anpassungen, wobei die Einführung neuer Parameter im Schweißprozess zu unerwünschten Effekten führen kann, während das Erlernen des Umgangs mit ihnen Produktionsvolumen und Zeit erfordern kann
- Probleme, die durch Materialfehler verursacht werden, was eine Kontrolle durch die Beschaffungs- und QC-Abteilungen erfordert
- Sicherstellung der Qualität der Prozesse in der Anfangsphase der Robotisierungsimplementierung; die Beschäftigung von Schweißern (mit einem Mangel an Schweißern) zur Bedienung von Robotern kann - während der Implementierungsphase - zu einem Anstieg des Material- und Energieverbrauchs führen (höhere Mangelrate), dennoch ist die Implementierung der Überwachung und der Kontrolle des Prozesses, die von erfahrenen Schweißern geführt werden, der Grund für die Steigerung der Effizienz und Qualität der Produktion.

Die Möglichkeiten der Zusammenarbeit und Schnittstellen zwischen den Schweißern/Schweißern und anderen Arbeitsplätzen/Spezialisten, die entscheidend sind, um Schweißprozesse umweltfreundlicher und nachhaltiger zu gestalten:

- Konzentration der Einkäufe, um Materialien möglichst für mehrere Aufträge zu nutzen, Einsatz von Rohstoffen (Materialintegrationsblätter)

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Planung der Arbeit und Steuerung der Arbeit nach Methoden und Zeiten, um unnötige Aufgaben zu vermeiden
- Qualität und Kontrolle der Arbeit, um Reparaturen und weiteren Verbrauch von Rohstoffen zu vermeiden, indem Abfälle getrennt werden, um sie wiederverwerten zu können (z. B. Stahlschrott)
- Produktionsvorbereitungseinheiten treffen je nach Situation Absprachen mit den Schweißern
- Zusammenarbeit zwischen Schweißer - Schweißroboter und Konstrukteur hilft, die Zugänglichkeit der Produktionsdaten zu optimieren, reduziert das Volumen der Schweißnähte und sorgt für geringere Emissionen
- Der Austausch von Know-how und Kompetenz zwischen verschiedenen Schweißfachleuten wird systematisch betrieben: Um eine angemessene Kompetenzentwicklung zu gewährleisten, arbeiten die erfahrenen Schweißer mit den Anfängern zusammen (in Paaren)
- Schweißfachingenieure führen Mentoring von Schweißern durch, indem sie Vorschläge und Empfehlungen zur Anwendung nachhaltigerer und wirtschaftlicherer Arbeitsweisen bei der Ausführung verschiedener Schweißarbeiten geben
- Trainingsprojekte, die die Zusammenarbeit/Teamarbeit fördern; das Training konzentriert sich mehr auf den allgemeinen Lerneffekt und weniger auf Aspekte wie, wie viel Material verbraucht wird, wie viele Emissionen entstehen.

Mögliche gute Praktiken der Arbeitsorganisation, die eine Verringerung der Umweltverschmutzung, eine optimale Nutzung von Materialien und Verbrauchsmaterialien und das Recycling von produziertem Abfall ermöglichen:

- Schweißer direkt an den Ständen (kleinere Betriebe) überprüfen den Bedarf und die Verwendung der Reste von Flachstangen, Stäben usw. zur Ausführung nachfolgender Produktionsaufträge; systematische Anfertigung von Schweißproben für qualitative Tests (kontinuierliche Überprüfung der Fertigkeiten); Beurteilung der Proben durch eine unabhängige Institution
- die Aufrechterhaltung einer guten Schweißnahtqualität durch den Schweißer wird berücksichtigt; der Mitarbeiter erhält Beförderungsangebote oder z. B. die Finanzierung neuer attraktiver Kurse und Qualifikationen
- wenn die Bediener von Robotern ausgebildete Schweißer sind, werden sie durch die Vermittlung neuer Kenntnisse auf dem Gebiet der Roboterarbeitsplätze geschult; Ausbildung von Schweißtechnologien und Bedienern (neue ungelernete Arbeiter) für die Arbeit mit Schweißrobotern; die Bediener von Roboterschweißstationen können ohne Qualifikationen oder sogar ohne Schweißkenntnisse sein, was den Schweißern erlaubt, sich anderen Aufgaben zuzuwenden, die ohne sie nicht erledigt werden könnten
- qualifizierte Mitarbeiter beaufsichtigen die Arbeit der Roboterbediener und kontrollieren die Qualität des Prozesses
- Etablierung einer gespannten Zusammenarbeit zwischen Produktionsvorbereitung und Programmierereinheiten
- Die Rotation der Schweißer in den Teams sorgt für eine Bereicherung und Entwicklung ihrer Kompetenz und wird in der Regel von den Schweißern selbst gut angenommen
- Sammeln der Verbesserungsvorschläge der Schweißer durch das QM-Team, Analyse und Entscheidungsfindung über die Umsetzung, was zu Investitionen führen könnte, Vergabe von guten Vorschlägen; Nutzung der Rückmeldungen aus dem Kundenservice, die dem QM-Team zur Verfügung gestellt werden

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- fehlerverursachende Komponenten an die Konstruktionsabteilung gemeldet werden, werden Fehlermeldungen und Reklamationen auf die gleiche Weise behandelt
- Einsatz von Robotik erfordert bessere Planung (keine Flexibilität im Schweißprozess selbst).

Umweltanforderungen an nachhaltiges Arbeiten beim Schweißen

Nationale/Europäische Normen, Gesetze und Vorgaben des Umweltschutzes müssen im Arbeitsprozess des Schweißens berücksichtigt werden:

- Gesetzliche Vorschriften zum Umweltschutz, die mit der Emission von staub- und metallhaltigen Schadstoffen zusammenhängen; nationale und regionale Normen und technische Regeln, nationale Emissionsschutzvorschriften, insbesondere solche, die sich auf Staubfilter und den Schutz vor Lärm beziehen; DIN 3834, DVS-Merkblätter; Lenschussverordnung; MAK-Werte - maximale Arbeitsplatzkonzentration
- Unternehmen, die sich um die Umsetzung von Umweltstandards bemühen und durch Anpassung der laufenden Produktionsprozesse in diese Richtung aktiv werden; QM 9001 Energie- und Umweltmanagement nach den Regeln des Unternehmens; Unternehmensstandards der Produktgestaltung (Leichtbau, Modulbauweise); Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen, WPS, Schweißzusatzstoffkataloge.
- Vorschriften der Berufsgenossenschaften.

Betriebliche Umweltanforderungen oder Standards, die vom Unternehmen initiiert und vorgeschlagen werden:

- Umweltfreundliche Aktivitäten der Unternehmen sind eine der Möglichkeiten, ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt zu erhöhen; das Bewusstsein der Unternehmen, dass der Preis ihrer Produkte im Vergleich zum Angebot der asiatischen Märkte möglicherweise nicht wettbewerbsfähig ist, und die Betonung der Qualität der Produkte und der Umweltpolitik des Unternehmens in ihrem Angebot, wodurch es immer wichtiger wird, dass die Produktion umwelt- und ressourcenschonend erfolgt
- Einsatz von energiesparenden Schweißgeräten und Technologien, die die Umwelt weniger belasten - die Unternehmen investieren in eigene Photovoltaikanlagen und Kläranlagen; der Austausch des Maschinenparks, die Einführung von Faserlaserschneidern und die Schweißrobotisierung versuchen, die Produktivität bei gleichem Energieverbrauch zu erhöhen.
- Einsatz von modernen Absauganlagen (z. B. in Schweißhaltern), Entstaubungsanlagen mit Rekuperatoren, die es ermöglichen, die Energie zum Beheizen der Hallen einzusparen; warme Luft aus dem Kompressorraum wird im Winter zur Beheizung der Produktionsräume genutzt
- Kundenanfragen zur Umweltpolitik sind sehr selten, inländische Empfänger stellen solche Fragen nicht, was aber daran liegen kann, dass diese Informationen bereits in den Broschüren der Unternehmen enthalten sind.
- geltende Normen und Vorschriften sind gesetzlich festgelegt; teilweise gibt es keine besonderen Umweltanforderungen, da Schadstoffe nicht nach außen getragen werden, auch Lärm bleibt in Innenräumen
- proaktive Ansätze: Setzen von Zielen über die gesetzlichen Anforderungen hinaus.

Anforderungen der Kunden und deren Übereinstimmung mit den nationalen/betrieblichen Umweltanforderungen an Schweißprozesse:

- wachsende Umwelt- und Nachhaltigkeitsanforderungen und -forderungen der Kunden aus dem öffentlichen und kommunalen Sektor; die Kunden zeigen Interesse an den verwendeten Technologien und dem Maschinenpark des Unternehmens; die

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

verwendeten Schweißquellen, Absaug- und Filteranlagen sowie Entlüftungsöffnungen werden bewertet; die Bedingungen für die Überprüfung des Unternehmens (Hersteller oder Subunternehmer), des Produktionsprozesses und der Abnahme werden individuell zwischen den Parteien festgelegt; die Kunden sind an der Umsetzung der ISO-Umweltnormen (Umweltmanagement - Normen der Reihe ISO 14000) bei ihren Unterlieferanten und Produzenten der von ihnen gekauften Produkte interessiert; vor der Zusammenarbeit/Aufträgen werden die Schweißprozesse der Hersteller auditiert; die Marketingabteilungen analysieren Informationen über die Kundenerwartungen bezüglich der Umwelanforderungen, aber die Schweißabteilungen werden über solche Anforderungen oder Vorschläge nicht informiert

- manchmal widersprechen die Kundenanforderungen den Prinzipien der kreisförmigen und umweltfreundlichen Herstellung von geschweißten Produkten - Anforderungen der Lebensmittel-/Getränke- und Chemieindustrie, das Beizen der gesamten Oberfläche von Edelstahlgeräten und -behältern durchzuführen
- Abwicklung mit Kundenanforderungen nach DIN EN 15085, DIN/EN/ISO 9001 ff & 14001, KBA-Zertifizierungen
- Erstellung der jährlichen Umweltverträglichkeitsberichte durch die Abteilung Qualitätsmanagement.

Implikationen für die Lehrpläne der Berufsausbildung

Neu identifizierte Kompetenzen in Bezug auf die Nachhaltigkeit des Arbeitsprozesses:

- praktische Erfahrung für junge Schweißer (vor allem bei Arbeitern, die für die Ausführung von verantwortlichen Schweißverbindungen eingestellt wurden) und Bedarf an Kenntnissen, besonders sichtbar beim Schweißen verschiedener Materialien (andere als gängige Stähle) und der Abfolge von Tätigkeiten im Schweißprozess als Ganzes
- praktische technologische Fähigkeiten der Schweißer, die für die Vorbereitung von Materialien und Arbeitsblättern für das Schweißen erforderlich sind
- Fähigkeiten, eine Schweißung richtig zu entwerfen und durchzuführen, indem man die Methode und die Parameter auswählt, und im Falle von Konstruktionen - das Fehlen der notwendigen und optimalen Genauigkeit; Kenntnisse der Techniken und Technologien, die bei der Renovierung und Reparatur verwendet werden (z.B. durch Schweißen und Auftragen);
- Kompetenzen der Schweißingenieure und Konstrukteure: Kenntnis der schweißtechnischen Qualitätsanforderungen für die verschiedenen Konstruktionen und Produkte durch die Schweißingenieure, insbesondere bei der Entscheidung über **ausreichende (nicht überhöhte)** Qualitätsanforderungen an den Schweißprozess; Verständnis der alternativen Schweißverfahren durch den Konstrukteur; Kompetenzen der Konstruktion, die von der kundenorientierten und umweltfreundlichen Fertigung gefordert werden, wie z. B. leichtere Fahrzeuge, die zu Co2-Einsparungen führen und die mögliche Tragfähigkeit erhöhen; Kompetenzen zur Erhöhung der Reparierbarkeit von Produkten (USP Sonderfahrzeugbau, Fertigungstiefe; Kompetenzen zur Optimierung der Streckgrenzen der Stähle im Verkeilungsprozess; Kompetenzen zur Abwechslung von Schweißen und Schrauben unter Bezugnahme auf die Belastbarkeit und Zuverlässigkeit der Verbindung; Wichtigkeit für Schweißingenieure, über praktische Fertigkeiten und praktisches (stillschweigendes) Wissen über Schweißprozesse zu verfügen, insbesondere bei Entscheidungen über optimale technologische Prozesse, Verfahren, Regime und Design

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

- Kompetenzen für Schweißaufsichtspersonen und Meister: stark an den Kompetenzrahmen der Schweißer angelehnt, der mit den Komplexitätsstufen der geschweißten Produkte oder Konstruktionen verknüpft ist; Qualitätsmanagementkenntnisse und -fähigkeiten der Schweißer, die auf die Ebene des Arbeitsprozesses des Schweißens und der Produkte ausgerichtet sind; auch das Verständnis der Schweißer für die Qualitätsmanagementprinzipien der Organisation sind wichtig
- Ganzheitliches Verständnis der Produkteigenschaften
- Verständnis für den Prozess des Abfallmanagements am Arbeitsplatz und auf der Ebene der Arbeitsprozesse
- Fähigkeiten der Schweißer, die Zeichnungen zu lesen
- Fähigkeit, die Brauchbarkeit des verbleibenden Materials (z. B. das, was nach dem Schneiden übrig bleibt) für nachfolgende Prozesse zu beurteilen;
- digitale Kenntnisse für die Arbeit mit Software für automatisiertes/robotisiertes Schweißen für Programmierer und Bediener; die Bediener von Roboterschweißstationen können Personen ohne Schweißerausbildung sein
- Kompetenzen zur Überprüfung der Service-Glaubwürdigkeit von Herstellern und Lieferanten von Schweißgeräten; Kompetenzen zur Wartung und Instandhaltung der Geräte über die Garantiezeit hinaus; Fähigkeiten zur Prüfung neuer Schweißgeräte durch Schweißer in Unternehmen
- spezifische funktionale Fähigkeiten und Kompetenzen des Schweißens, die bei der Ausführung jedes neuen Projekts entstehen und durch Kundenanforderungen erweitert werden, müssen den Schweißern vermittelt werden
- Kompetenzen zum schweißtechnischen Qualitäts- und Sicherheitsmanagement.

Für die Vermittlung dieser Kompetenzen werden wichtige Informations- und Lernquellen benötigt:

- Schulung von Schweißern und verwandten Bedienern durch die Lieferanten von Technologien und Materialien - Einführen neuer und nachhaltigerer Arbeitsweisen
- die Zeitphasen für die Ausbildung von "Nachhaltigkeits"-Kompetenzen sind zu kurz, es fehlt an den Modulen der praktischen Ausbildung solcher Kompetenzen
- Rahmenlehrpläne sind nicht aktuell genug und nur auf die Abdeckung der Grundanforderungen ausgerichtet
- Berufsstandards und Lehrpläne decken digitalisierungs- und nachhaltigkeitsbezogene Fähigkeiten und Kompetenzen nicht ausreichend ab
- direkter Know-How-Transfer aus Netzwerken durch Nutzung von Datenbanken
- regelmäßige Treffen mit den Schweißexperten, bei denen Sie über die neuesten Innovationen informiert werden
- regelmäßig aktualisierte Schweißzertifikate
- technische Spezifikationen von Metallen
- Veranstaltungen von nationalen und sektoralen Berufsorganisationen und Gremien
- Lernmaterialien, die von den Berufsbildungsanbietern bereitgestellt werden
- Teilnahme an Messen, Studium von Broschüren von Technologieanbietern und Inanspruchnahme von deren Schulungsangeboten
- Kooperationsprojekte zwischen den Unternehmen und F&E-Zentren der Universitäten.

Vorgeschlagene Trainingsmethoden und Ansätze für die Entwicklung dieser Kompetenzen:

- zertifizierte Schweißer erwerben neue Kenntnisse in der Bedienung von Roboterarbeitsplätzen; der wachsende Mangel an Schweißern erfordert die Ausbildung von



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Schweißtechnologien und Bedienern (neue ungelernte Arbeitskräfte) für die Arbeit mit Schweißrobotern;

- stillschweigendes Wissen und praktische Fertigkeiten im Bereich der Reparierbarkeit und auch der Demontierbarkeit der Aufbauten, die die Schweißer durch ihre Berufserfahrung erworben und ausgetauscht haben
- moderne Verfahren und aktuelle F&E-Ergebnisse durch Schülerpraktika in der Berufsausbildung
- Betreuung von Berufsschüler*innen und Auszubildenden
- Praxisaufgaben
- Individualisierung der Weiterbildung von Schweißenden
- Anreize für Auszubildende über Prämien, Perspektiven (Meisterkurs) setzen
- Rekrutierung von jungen Menschen mit Schulführungen.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

7. KOMPETENZMATRIX DER NACHHALTIGEN DURCHFÜHRUNG VON ARBEITSPROZESSEN IM BEREICH DES /UND IN BEZUG AUF DAS SCHWEISSEN

Diese Kompetenzmatrix wurde auf der Grundlage der oben dargestellten Ergebnisse der Arbeits- und Lernplatzanalyse des Schweißens in den Projektpartnerländern entwickelt. Sie beschreibt die wichtigsten Kompetenzbereiche und Kompetenzentwicklungsschritte im Zusammenhang mit einer nachhaltigen, umweltfreundlichen und "zirkulären" Ausführung der Arbeitsprozesse des Schweißens. Sie kann als Referenz für die Entwicklung neuer und die Aktualisierung bestehender Ausbildungsmodulen in der beruflichen Erstausbildung und Weiterbildung dienen. Jeder Kompetenzentwicklungsschritt kann als eigenes Ausbildungsmodul betrachtet werden.

Die bereitgestellte Kompetenzmatrix "aggregiert" die in Abbildung 1 definierten Kompetenzentwicklungsschritte der gesamten Technologie- und Arbeitsprozesse des Schweißens. Um die für die verschiedenen Qualifikationen des Schweißfachpersonals geltenden Kompetenzschritte zu identifizieren, sind sie mit den verschiedenen Farben der Matrix-"Kästchen" gekennzeichnet:

Schweißer*innen und Schweißerfachkräfte (EQR-Stufen 2-4)					
Schweißaufsichtspersonen und -techniker*innen (EQR-Niveau 5)					
Schweißprozessingenieur*innen und Produktdesigner*innen (EQR-N. 6-7)					
Kompetenzbereiche	Schritte zur Kompetenzentwicklung				
Gestaltung und Aufrechterhaltung von nachhaltigen Arbeitsprozessen und Produkten	Zeichnungen lesen, Symbole und technologischen Informationen verstehen, um Fehler und Nichtkonformitäten zu vermeiden.		technologischer Anforderungen, Praktiken nachhaltiger technolog. Arbeitsregime (Verwendung v. Materialien, Anwendung von Schweißregimen, Vorbereitung von Materialien) mit Designer*innen und Ingenieur*innen zu diskutieren.		Hinweise und Vorschläge zur nachhaltigen Verwendung von Materialien und Hilfsstoffen in der Schweißpraxis anzuwenden.
Nachhaltige und zirkuläre Vorbereitung, Instandhaltung und Gestaltung von Arbeitsplätzen beim Schweißen	Ordnung am Arbeitsplatz halten (z. B. Schrott an den dafür vorgesehenen Platz legen).	periodische Kontrollen v. Be-Entlüftungssystemen in Schweißbereichen unter Beachtung der internen Vorschriften und Regeln des Unternehmens, unter Dokumentation für die Filtersysteme .	Sortieren der Reste am Arbeitsplatz gemäß definierter Managementverfahren und -systeme (ISO usw.), interne Regeln und Umweltleitfäden. Anfallende Reste auf Eignung für Weiternutzung bewerten.	Ausführen, sichern der Rückverfolgbarkeit der verwendeten Materialien, um wirtschaftliche Nutzung der Hauptmaterialien (Bleche) zu gewährleisten, indem restliche Materialien ins Lager gebracht, für die weitere Produktion.	Durchführung der regelmäßigen Kontrolle und Wartung der Schweißanlage, um deren Effizienz zu überprüfen, sowie die Temperaturzyklen und -zeiten zu kontrollieren.

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

<p>Nachhaltige und zirkuläre Ausführung der technologischen Operationen im Bereich des Schweißens.</p>	<p>Qualitätskontrollen der Materialien, Schweißungen: visuelle Kontrolle der Bleche und Werkstücke vor dem Schweißen, um Schmutz, Schlacken, Rost und andere Mängel, die sich schädlich auf die Qualität und das Volumen der verwendeten Materialien auswirken können, zu erkennen und zu beseitigen. Durchführung der Selbstinspektion der Schweißung mit Hilfe von Prüflehren, als Vorbeugung von Nichtkonformitäten.</p>	<p>QM-Verfahren, Anforderung wie WPS u. Schweißanweisungen streng einhalten</p>	<p>Verfahren zur Vorbereitung der Rohmaterialien für Schweißen, die Oberflächenbehandlung nach dem Schweißen (Metall- und Sandstrahlen) einsparen. Technologische Anforderungen und Richtlinien für Auswahl und Feinabstimmung d. Schweißzusatzstoffe befolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schutzgase, • Schweißdraht, • Elektroden • Oberflächen- u. • Kantenvorbereit. der Werkstücke und Bleche vor dem Schweißen mit Hilfe von Fräsern, Schleifplatten anstelle v. Schleifmitteln • Kantenvorbereit. So, das Volumen und Verbindung optimal, Schweißzonen minimiert 	<p>Technol. Lösungen von Schweißregimes, die Arbeitsaufwand für Reinigen d. Verbindung reduziert. Ausführung von Schweißungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhalten der im Schweißverfahren definierten Grenzen therm. Belastung; • Ausführung von Schweißnähten unter schonend. Verfahren, wie Impulsverfahren, um Wärmezufuhr zu kontrollieren, Energie zu regulieren. • Synergetische Schweißverfahren, um Energieverbrauch zu kontrollieren und zu optimieren. • Unterpulverschweißen oder Kombination von Schweißverfahren mit Unterpulverschw. für Schweißen v. Blechen mit großen Dicken, um Anzahl Schweißgänge zu reduzieren; • Kontaktschweißen (Punkt- anst. Vollnaht), wo dies möglich ist; • Einsatz von CNC-Masch. (Plasmaschneider, Laser), um Schadeffekte auf Andere begrenzen 	<p>Höheres Tempo bei der Ausführung des Schweißens, um weniger Material zu verbrauchen u. Emissionen zu reduzieren (erfahrene Schweißer*in) ohne Qualität zu verringern</p>	<p>Sicherstellung der richtigen Qualität der Reinigung der Oberfläche nach dem Schweißen (verbleibende Schlacken vor dem Beizen erfordern zusätzliche Beizvorgänge mit zusätzlichen negativen Auswirkungen auf die Umwelt); strikte Einhaltung d. Anforderungen an den Bedarf des Volumens von Farbe und anderen Materialien zur Oberflächenbehandlung unter Berücksichtigung der Korrosivität der Umgebung der Produktnutzung.</p>	<p>Entwicklung praktischer Fertigkeiten des Schweißens durch Verwendung von Simulatoren vor der Ausführung der realen Operationen, Üben; Verwendung von Prüfgeräten zu den alternativen Methoden, z.B. sicherheitsrelevante Verschraubungen, Anzugsmomente und Schraubverbindung von Hand.</p>
--	---	---	---	---	---	---	--

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

<p>Nachhaltige und zirkuläre Organisation der Arbeit beim Schweißen</p>	<p>Kontrolle der Ausgabe von Materialien, Schweißzusätzen für Schweißer*innen, Fälle von übermäßigem Verbrauch von Materialien, Schweißzusätzen besprechen, angemessene Qualitätskontrolle der Bleche organisieren und Praktiken zu Lasten der Qualität der Metalle vermeiden, durch die Verwendung minderwertiger Materialien (rostig, schmutzig), um zusätzliche Vorbereitungen und Emissionen zu vermeiden; weniger "verunreinigende" Schweißzusätze auswählen und verwenden, wie z.B. massive Schweißdrähte, die viel weniger Emissionen erzeugen als bei der Verwendung von Schweißdraht auf "Pulver"-Basis.</p>	<p>Sichern der richtigen Aufgabenverteilung unter den Schweißer*innen an den Arbeitsplätzen unter Berücksichtigung der Übereinstimmung ihrer Qualifikationen mit den Qualitätsanforderungen, die mit der Komplexität der Schweißprozesse an den einzelnen Arbeitsplätzen verbunden sind; Sicherstellung der richtigen Einhaltung der durch die technologischen Spezifikationen festgelegten Reihenfolge der Schweißvorgänge; ganzheitliche Planung aller Arbeitsvorgänge unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten.</p>	<p>Definition klarer Ziele und eines klaren Arbeitsplans für den Schweißprozess; Unterstützung einer transparenten und konstanten Zusammenarbeit zwischen Schweißingenieuren, Technologen, erfahrenen Schweißern und Schweißer*innen in Bezug auf Anforderungen und Umgebungspräferenzen; Planung der Arbeit und Kontrolle der Arbeit nach Methoden und Zeiten, um unnötige Aufgaben zu vermeiden.</p>	<p>Organisation der Teamarbeit von Schweißern mit unterschiedlichen Qualifikationsniveaus, einschließlich der Organisation der Arbeit von erfahrenen Schweißern und Anfängern; Durchführung des Mentorings von Schweißer*innen durch Vorschläge, Empfehlungen zu nachhaltigen, wirtschaftl. Arbeitsweisen bei Schweißvorgängen; Austausch von praktischem und theoretischem Know-how über nachhaltige und zirkuläre Ansätze und Wege des Schweißens zwischen Schweißenden und technischem Personal; Sammeln und Auswerten der Vorschläge der Schweißenden zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Schweißprozesse.</p>	<p>Aufbau und Pflege einer interessanten Zusammenarbeit zwischen Produktionsvorbereitung und Programmierenden im Bereich der nachhaltigen Optimierung der Schweißprozesse.</p>
<p>Nachhaltige und zirkuläre Digitalisierung der Arbeitsprozesse im Bereich des Schweißens.</p>	<p>Einsatz von Schweißrobotern und CNC-Laserschneidern (insbesondere vom Typ Faser), die eine bessere Ausnutzung des Ausgangsmaterials ermöglichen und Reste durch optimierte Verschachtelung reduzieren (die Roboter führen Schweißungen auf wiederholbare Weise aus, was bei richtiger Wahl der Mittel und Parameter des technologischen Prozesses zu einer Reduzierung der Fehler führt).</p>	<p>Den Material- und Energieverbrauch beim Betrieb von Schweißrobotern in der Anfangsphase zu überwachen und zu mindern, indem man versucht, mit möglichen Erhöhungen dieses Verbrauchs umzugehen.</p>	<p>Optimierung der Zugänglichkeit und Kommunikation der Produktionsdaten zwischen Schweißroboter, Bedienenden und Konstrukteur*innen mit dem Ziel, das Volumen der Schweißnähte zu reduzieren und das Volumen der Emissionen zu verringern.</p>		

Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

<p>Nachhaltige und zirkuläre Gestaltung von Schweißprozessen und -produkten (Schweißtechniker, Ingenieure und Designer, EQF 5-7)</p>	<p>Anwendung des Wissens über die Anforderungen an die Schweißqualität für die verschiedenen Konstruktionen und Produkte bei der Entscheidung über die Angemessenheit (nicht Überschreitung) dieser Anforderungen für den Schweißprozess; Bewertung der Möglichkeiten zur Optimierung der Streckgrenzen der Stähle im Schweißprozess; Minimierung des Volumens der Schweißverbindungen bei der Konstruktion der Produkte unter Berücksichtigung des Restevolumens und der sich aus der Konstruktion ergebenden Entsorgungsmöglichkeiten; Optimierung der Konstruktion der Schweißverbindungen.</p>	<p>Auswahl der wirtschaftlichsten und umweltfreundlichsten Schweißprozesse, -regime und -verfahren für den jeweiligen Fall unter Berücksichtigung der technologischen und produktspezifischen Anforderungen (ohne Kompromisse bei der Qualität, aber unter Vermeidung übermäßiger Schweißregime, z. B. hilft die sehr häufige Verwendung des Unterpulverschweißens bei dicken Blechen, das vorbereitende Kantenschneiden der Bleche einzusparen und die Emissionen dieses Prozesses zu reduzieren); Kontrolle der Auswahl der Schweißregime, um die Anwendung übermäßiger Regime in Bezug auf die thermische Belastung zu vermeiden.</p>	<p>Das theoretische Wissen und die technische Expertise mit dem praktischen (stillschweigenden) Wissen über Schweißprozesse zu kombinieren, das Schweißer und Schweißerinnen besitzen, insbesondere bei der Entscheidungsfindung über optimale technologische Prozesse, Verfahren, Regime und Design; sich bei der Vorbereitung von technischen Dokumenten und Verfahren an Schweißern und Schweißerinnen zu beteiligen und deren Feedback und praktische Empfehlungen zur Optimierung von Schweißprozessen zu sammeln</p>	<p>Entwurf einer klaren und transparenten Ordnung für das Sammeln, Sortieren und Verarbeiten von Resten und der Vermeidung von Emissionen in Schweißprozessen; Entwicklung einer transparenten und klaren technischen Dokumentation für das Schweißen (Zeichnungen und technische Spezifikationen), wobei die Spielräume zur Interpretation der Daten den Kompetenzen der Schweißenden entspricht</p>	<p>Bewertung der Möglichkeiten zur Anwendung alternativer Schweißverfahren; Erwägung und Vorhersage eines teilweisen Ersatzes des Schweißens durch andere technologische Verfahren mit geringerer Umweltbelastung (z. B. Schrauben und Nieten), wo dies möglich ist.</p>	<p>Konstruktion von kundenorientierten und umweltfreundlich-geschweißten Produkte, die zu Co2-Einsparungen führen; die zur Erhöhung der Reparierbarkeit der Produkte beitragen (USP Sonderfahrzeugbau, Fertigungstiefe, Anwendung von Leichtbau und modularem Aufbau der Produkte (Fahrzeugeinheiten).</p>
--	--	--	--	---	--	--



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

Referenzen

- Criswell, S. R. , Nielsen, S. S., Warden, M. N. (2019) MRI Signal Intensity and Parkinsonism in Manganese-Exposed Workers. Journal of occupational and environmental medicine (2019), 61(8), 641-645. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001634>
- DVS Media, Berichte, Band: 367, Innovative Verfahren der Lasermaterialbearbeitung, https://www.dvs-media.eu/media/pdf/Bericht_366_Inhalt5f759a968d191.pdf
- Erasmus+ Projekt "Lernen durch Erfahrung ist eine der Grundregeln des nachhaltigen Lernens." <http://icsas-project.eu/>
- Evans, G.R. , Masullo, L.N. (2021) Manganese Toxicity. 2020 Jul 15. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 32809738.
- Hackfort, S., Degel, M., Göll, E., Neumann, K. Die Zukunft im Blick: Sozio-ökonomische und sozio-kulturelle Trends der Ressourcenschonung, Umweltbundesamt UBA-Texte, 2019, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/uba_klirex_fachbr_0schuere.pdf
- Handwerkskammer Oberfranken, Für leistungsstarken Nachwuchs, <https://www.hwk-oberfranken.de/artikel/fuer-leistungsstarken-nachwuchs-das-triale-studium-handwerksmanagement-b-a-start-oktober-2021-72,1164,2565.html>
- Hentschel, K.-M. (2020) Handbuch Klimaschutz : wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann, oekom Verlag, München, 2020, ISBN: 9783962387563
- Hofmann, S., Hemkes, B., Leo-Joyce, S., König, M., Kutzner, P. (2019) AusbildungPlus in Zahlen. Duales Studium 2019. Trends und Analysen, https://www.bibb.de/dokumente/pdf/06072020_AiZ_dualesStudium-2019.pdf, S. 22 ff.
- Hurbánková, M. , Hrašková, D. (2015) Nanoparticles from welding and their effects on health. Pracovní Lékarství , 67. 12-17
- Icha, P. (2018) Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommixes im Zeitraum 1990 - 2017, KLIMAWANDEL 11/2018, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-04_climate-change_11-2018_strommix-2018_0.pdf
- Kocór, M., Górniak, J., Prokopowicz, P., Szczucka, A. (2020) Zarządzanie kapitałem ludzkim w polskich firmach, obraz tuż przed pandemią, Bilans Kapitału Ludzkiego 2019, Raport z badania pracodawców w obszarze zarządzania kapitałem ludzkim, Warszawa
- Langauer-Lewowicka, H., Pawlas, K. (20014) Nanocząstki, nanotechnologia - potencjalne zagrożenia środowiskowe i zawodowe, medycyna Środowiskowa - Umweltmedizin 2014, Vol. 17, no. 2, 7-14
- Lehnert, M., Zschiesche, W., Lotz, A., Behrens, T., Brüning, T. (2020) Gesundheitsschutz beim Schweißen - Aktuelle Herausforderungen, IN: IPA-Journal 01/2020, https://www.ipa-dguv.de/medien/ipa/publikationen/ipa-journale/ipa-journale2020/ipa-journal2001/ipa_journal_2001_schweissen.pdf
- Matusiak, J., Ram, B., Machaczek, S. (2004) Emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych przy procesach spawania i lutowania metali : katalog charakterystyk materiałów spawalniczych pod względem emisji zanieczyszczeń, Gliwice : Instytut Spawalnictwa : Wydaw. WAM
- Raworth, K. (2017). Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist. London: Penguin Random House
- Restecka, M., Wolniak, R (2017). Doskonalenie jakości procesów spawalniczych w wyniku wdrożenia robotyzacji, Instytut Spawalnictwa, Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Produkcji i Jakości, Częstochowa 2017



Kreislaufwirtschaft in der beruflich Bildung in Metallunternehmen - Analysebericht

https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/30---Raport-z-badania-pracodawcow_200129.pdf
Zugriff April 2021

Restecka, M. (2015) Struktura zatrudnienia a ekonomia w robotyzacji procesów spawalniczych, Przegląd spawalnictwa Vol. 87 5/2015

Saniter, A., Lopez, A.E., Carballo-Cruz, F. (2015). DualTrain: Building A Sustainable Approach To The Dual Vocational Training System In the Shoe Sector In Portugal, Spain And Germany.
<https://eera-ecer.de/ecer-programmes/conference/20/contribution/36510/>

Schweisshelden, Linde Schweißtechnik GmbH,
<https://www.schweisshelden.de/fachwissen/schweissen-loeten-fuegen/arbeitschutz-beim-schutzgasschweissen>

Skiba, M., Frymus, J. (2018) Wpływ środowiska pracy spawacza na jego zdrowie i życie, Studia i Prace WNEIZ US nr 51/2 2018, s97-107.

Sproesser, G., Chang, Y-J., Pittner, A., Finkbeiner, M., Rethmeier, M. (2015) Life Cycle Assessment of welding technologies for thick metal plate welds, Journal of Cleaner Production, Volume 108, Part A, 2015, Pages 46-53, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.121>.

Węgrzyn, T., Piwnik, J. (2016) Innowacyjność procesowa w spawaniu laserowym z wykorzystaniem technologii chłodzenia mikro-jet. (W:) red. Knosala R., Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Tom 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2016, s. 126-134.

Arbeitspapier zu Ökodesign-Anforderungen Schweißgeräte und Werkzeugmaschinen, BAM, 2017

https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Content/DE/Downloads/Evpg/Industrie/405_workdoc_2017-10_notes.pdf?_blob=publicationFile