Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/6e0029be-c752-3d2c-8e5a-29498b872e75

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Schweißtechnische Arbeiten TRGS 528
Amtliche Abkürzung	TRGS 528
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	[keine Angabe]

Anhang 3 TRGS 528 - Spezifische Informationen für ausgewählte Sparten

Die Anforderungen der Abschnitt 4 Schutzmaßnahmen bleiben in den folgenden ausgewählten Sparten unberührt. Die in diesem Anhang aufgeführten Maßnahmen stellen für die jeweilige Sparte eine Ergänzung bzw. Konkretisierung dar.

1 Schiffbau

1.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

In den Werften werden Schiffe aus Stahl oder Aluminium neu gebaut oder instandgehalten.

1.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Die schweißtechnischen Arbeiten werden auf oder in Schiffen sowie an Schiffbauteilen in Hallen, in Docks und auf Hellingen durchgeführt.

1.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Von den Beschäftigten werden insbesondere Verbindungsschweißen an Stahl- oder Aluminiumwerkstoffen sowie Schneiden von Stahl- oder Aluminiumwerkstoffen mittels Brenn- oder Plasmaschneiden durchgeführt.

An Schweißverfahren werden insbesondere MIG-/MAG-Schweißen, Lichtbogen-Handschweißen, Unterpulverschweißen und WIG-Schweißen eingesetzt.

Einsatzzeiten (Schweißdauer)

Die an Werften tätigen Schweißer sind in der Regel durchgängig mit schweißtechnischen Arbeiten befasst. Schlosser, Rohrschlosser und Schiffbauer sind dagegen noch mit anderen Tätigkeiten befasst. Deren Anteil an Schweiß- und Brennarbeiten beträgt in der Regel bis zu 20 %.

Grundwerkstoffe

Hauptsächlich werden unlegierte Stähle in Blechdicken zwischen 5 und 30 mm verarbeitet. Bei speziellen Schiffen und z. B. in Schiffsaufbauten und der Ausrüstung werden Aluminiumwerkstoffe im Dickenbereich von 3 bis 20 mm verarbeitet. In Einzelfällen kommen Chrom-Nickel-Stähle und Kupferlegierungen zum Einsatz.

Zusatzwerkstoffe

Die Zusatzwerkstoffe werden entsprechend den Grundwerkstoffen eingesetzt.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

1.4
Expositionssituation

Die Expositionssituation im Schiffbau ist geprägt von ständig wechselnden Arbeitsplätzen. Bei Schweißen in engen Räumen und beim Schweißen von komplexen Bauteilgeometrien treten schwierige Raumluftbedingungen auf, weil dort eine Absaugung an der Entstehungsstelle oft nicht möglich ist. In diesen Fällen ist in der Regel das Tragen von geeignetem Atemschutz erforderlich.

1.5
Schutzmaßnahmen

Substitution

Vorrangig sind Schweißverfahren mit geringen Emissionsraten wie UP-Schweißen und WIG-Schweißen einzusetzen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

Technische/Bauliche Schutzmaßnahmen

Die Schweißrauche sind grundsätzlich an der Entstehungsstelle durch geeignete brennerintegrierte Absaugungen oder nachführbare Absaugelemente über der Schweißstelle abzusaugen.

In Arbeitsräumen z. B. Hallen kann eine zusätzliche technische Raumlüftung zum Schutz der anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich erforderlich sein, wenn Grenzwerte mit anderen Maßnahmen (Absaugung an der Entstehungsstelle, bauliche und organisatorische Maßnahmen) nicht eingehalten werden.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Schweiß- und Brennarbeiten sind nach Möglichkeit räumlich oder zeitlich von anderen Tätigkeiten zu trennen.

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist regelmäßig zu überprüfen, siehe hierzu Abschnitt 5. Sämtliche Absaugeinrichtungen (Be- und Entlüftungsanlagen sowie die Absauganlagen) sind regelmäßig nach Herstellerangaben zu warten und auf ihre volle Funktionsfähigkeit mindestens jährlich zu prüfen.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge der Beschäftigten ist nach den Regelungen der Abschnitt 6 durchzuführen.

Persönliche Schutzmaßnahmen

Geeigneter Atemschutz ist immer dann zu tragen, wenn die technischen und organisatorischen Maßnahmen nicht ausreichend sind, z. B. wenn die Absaugeinrichtungen wegen schlechter Zugänglichkeit nicht wirksam eingesetzt werden können, siehe hierzu Abschnitt 4.7 Absatz 7.

Im Schiffbau haben sich gebläseunterstützte Schweißerhelme, Schweißerhelme mit externer Druckluftversorgung (Isoliergeräte) oder filtrierende Atemschutzmasken FFP3 bewährt, siehe hierzu auch Abschnitt 4.7 Absatz 7.

2 Automobilbau - Karosserierohbau

2.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

Je nach Fertigungstiefe verfügen alle Fahrzeughersteller über einen eigenen Karosserierohbau, während andere schweißtechnisch relevante Baugruppen wie Abgasschalldämpfer, Fahrwerksteile usw. häufig als Kaufteile vom Zulieferer gefertigt werden.

Während früher Standardstahlbleche unverzinkt, ab den 80ern vermehrt verzinkt, durch Widerstandspunktschweißen oder MAG-Schweißen verbunden wurden, sind heute Kombinationen aus diversen Werkstoffen (hauptsächlich Aluminium-Stahl-Verbundbauweisen) üblich. Daher wurde das Schweißen zum Teil durch andere Fügeverfahren wie Durchsetzfügen (Clinchen) oder Stanznieten ersetzt.

Zur Steigerung der Crashfestigkeit kommen zusätzlich Karosseriekleber auf Epoxidharzbasis zum Einsatz.

2.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Die Karosseriefertigung erfolgt üblicherweise in einer Halle mit technischer Lüftung und Wärmerückgewinnung, bei dem die Wärme über einen Wärmetauscher von der Abluft auf die Zuluft übertragen wird.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

2.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Am Arbeitsplatz erfolgt das Einlegen der vorkonfektionierten Bauteile in Vorrichtungen, die beim weiteren Arbeitstakt vom Roboter durch Raupenauftrag des Karosserieklebers und/oder durch Widerstandspunktschweißen oder durch Schutzgasschweißen zusammengefügt werden.

Widerstandspunktschweißen mit der handgeführten Punktschweißzange oder MAG-Schweißen mit dem handgeführten Schweißbrenner kommt üblicherweise noch als "Notstrategie" bei Anlagenstörung oder als Nacharbeit vor.

Die in einigen Sonderbereichen vorkommenden Laserstrahlschweißverfahren oder das Laserstrahlhartlöten werden auch aus Gründen des Schutzes vor der Laserstrahlung in geschlossenen Anlagen mit Direktabsaugung durchgeführt.

Einsatzzeiten (Schweißdauer)

Die Schweißdauer beim Widerstandspunktschweißen bewegt sich im Sekundenbruchteilbereich.

Die Einschaltdauer des MIG/MAG-Schweißgerätes ist bauartbedingt begrenzt und nur bei den beschriebenen Sonderfällen (Notstrategie und Nacharbeit) relevant.

Grundwerkstoffe

In der Karosseriefertigung kommen folgende Grundwerkstoffe zum Einsatz:

- Karosseriebleche aus verzinktem, unlegiertem Stahl in einer Dicke von 0,6 bis 0,8 mm,
- Karosserieverstärkungsbleche (Quer-/Längsträger) in einer Dicke von üblicherweise 2 mm,
- Außenhautbleche aus diversen Aluminiumlegierungen in einer Dicke von üblicherweise 1,5 mm.

Zusatzwerkstoffe

In der Karosseriefertigung werden üblicherweise folgende Zusatzwerkstoffe (Elektroden) verwendet:

- Für un- und niedriglegierte Stähle MSG-Schweißelektroden mit dem Kurzzeichen G3Si1 nach DIN EN ISO 14341,
- für Aluminiumbauteile WIG-Schweißelektroden mit dem Kurzzeichen S Al 4043 (AlSi5) nach DIN EN ISO 18273,
- für Laserstrahlhartlöten Elektroden mit dem Kurzzeichen S Cu 6560 (CuSi3Mn1) nach DIN EN ISO 24373,
- für Widerstandspunktschweißen Schweißelektroden aus CuCrZr (CuCr1Zr).

2.4
Expositionssituation

Während der Atembereich des Anlagen-/Roboterbedieners sich außerhalb des Entstehungsbereichs der Schweißrauche befindet, ist der Schweißer bei Nacharbeiten oder Notstrategie bei Anlagenstörung direkt exponiert.

2.5
Schutzmaßnahmen

Anlagen- und Roboterbetrieb - Anforderungen an die Lüftungsanlage

Die Gefahrstoffe sind direkt an der Entstehungsstelle oder mit einer Haubenabsaugung zu erfassen. Dabei ist eine gerichtete Luftführung von den Arbeitsbereichen zu den Absaugbereichen sicherzustellen. Leckagen und Überströmungen an Wärmerückgewinnungssystemen von Abluft zur Zuluft sind zu minimieren. Der maximale Abluftanteil in der Zuluft bei Regelbetrieb muss unter 1 % bleiben. Während des Schweißbetriebes ist die Absauganlage dauerhaft im Fortluftmodus zu betreiben. Ein Umluftbetrieb darf nur in schweißfreien Zeiten erfolgen.

Nacharbeit und Notstrategie bei Anlagenstörung - Anforderungen an die Arbeitsplätze

Bei kleineren Bauteilen ist eine Schweißkabine mit Schweißtisch und nachführbarem Absaugelement einzurichten.

Bei Arbeiten an der Karosserie außerhalb einer Schweißkabine ist zusätzlich zur laufenden Hallenabsaugung vom Beschäftigten ein Schweißerschutzhelm mit separater Luftzufuhr zu tragen.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

3 Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau

3.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

Tätigkeitsschwerpunkte sind die Herstellung von Großbehältern (Silos), Zwischenlagerbehältern und kleineren Apparaten sowie Rohrleitungsbau. Die Behälter sind oft mit Rührwerken z. B. für die Austragung ausgestattet, Förderschnecken in den Rohrleitungen können für den Transport erforderlich sein.

Es werden üblicherweise Bleche und Profile im Dickenbereich 3 bis 30 mm verarbeitet, bei Einzelabmessungen der Profile von bis zu 12 m.

Die Einsatztemperaturen liegen teils im Tieftemperaturbereich bis zu hohen Temperaturen im Kraftwerksbereich, entsprechend groß ist die Materialvielfalt.

3.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Aufgrund der Größe und Form der Bauteile sind die Schweißarbeitsplätze bis auf wenige Ausnahmen (automatische Schweißverfahren) dezentral an wechselnden Plätzen in der Werkstatt, als Montage- und Schweißarbeitsplatz eingerichtet. Die Bauteile sind oft aufgrund ihrer hohen Gewichte ohne Hilfsmittel (Kran) nicht positionierbar, das Schweißen erfolgt dabei überwiegend in Zwangshaltungen.

3.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Neben den zerspanenden Bearbeitungsprozessen werden konventionelle und automatische Schmelzschweißverfahren (UP, MIG/MAG und teilweise WIG) ausgeführt. Schwerpunkt dabei ist das MAG-Schweißen von unlegierten und hochlegierten Stählen. Dabei können die Einsatzzeiten stark differieren. Außerdem werden Schneidprozesse von Stahlwerkstoffen mittels Brenn- und Plasmaschneiden eingesetzt.

Als Grundwerkstoffe werden unlegierte bzw. höherfeste Baustähle, Druckbehälterstähle als auch hochlegierte Stähle für Tief- und Hochtemperaturanwendung eingesetzt. Geschweißt wird mit artgleichen Schweißzusätzen, bei Sonderanwendungen mit Nickelbasiswerkstoffen.

3.4
Expositionssituation

Die Expositionssituation ist, außer beim Kleinapparatebau, geprägt von ständig wechselnden Arbeitsplätzen. Die Raumluftbedingungen sind bei komplexen Bauteilgeometrien schwierig, weil dort oft nicht an der Entstehungsstelle abgesaugt werden kann. In diesen Fällen ist in der Regel das Tragen von geeignetem Atemschutz erforderlich.

3.5
Schutzmaßnahmen

Substitution

Vorrangig sind Schweißverfahren mit geringen Emissionsraten auch in Hinblick auf die Wahl des Schweißzusatzes mit Abstimmung auf den Grundwerkstoff (geringer Mangangehalt) einzusetzen.

Technische/Bauliche Schutzmaßnahmen

Die Schweißrauche müssen an der Entstehungsstelle abgesaugt werden. Geeignet sind bevorzugt brennerintegrierte Absaugungen mit Abluftfilterung oder nachzuführende mobile Absaugelemente über der Schweißstelle.

In Arbeitsräumen z. B. Hallen kann eine zusätzliche technische Raumlüftung zum Schutz der anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich erforderlich sein, wenn Grenzwerte mit anderen Maßnahmen (Absaugung an der Entstehungsstelle, bauliche und organisatorische Maßnahmen) nicht eingehalten werden.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die Schweiß- und Brennarbeiten sind von anderen Tätigkeiten möglichst räumlich oder zeitlich zu trennen. Ebenso ist möglichst die Verarbeitung von Baustählen und hochlegierten Stählen räumlich zu trennen.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind, muss geeigneter Atemschutz bereitgestellt und getragen werden.

Geeignete Atemschutzgeräte sind gebläseunterstützte Schweißerhelme oder fremdbelüftete Schweißerhelme. Für kurze Einsatzzeiten sind auch filtrierende Atemschutzmasken mit der Filterklasse FFP2 bzw. bei Schweißrauchen mit krebserzeugenden Inhaltsstoffen mit der Filterklasse FFP3 möglich.

4 Stahlbau

4.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

Im Stahlbau werden große Tragwerke wie z. B. Straßen- oder Eisenbahnbrücken aus Stahl gefertigt.

4.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Die Schweißarbeitsplätze befinden sich üblicherweise in großen Hallen mit Grundflächen über 2.000 m^2.

4.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Für das Verbindungsschweißen an den Stahlwerkstoffen werden hauptsächlich MIG-/MAG- und WIG-Schweißen eingesetzt.

Einsatzzeiten (Schweißdauer)

Die im Stahlbau tätigen Schweißer sind in der Regel durchgängig mit schweißtechnischen Arbeiten befasst.

Grundwerkstoffe

Als Grundwerkstoffe werden hauptsächlich unlegierte Stähle mit den Kurzzeichen S 235 bis S 460, S 690, S 960 und Chrom-Nickel-Stähle in Blechdicken bis 200 mm verwendet.

Zusatzwerkstoffe

Es werden Zusatzwerkstoffe entsprechend den Grundwerkstoffen eingesetzt, d. h. Zusatzwerkstoffe mit einer gegenüber dem Grundwerkstoff leichten Überlegierung.

4.4
Expositionssituation

Die Expositionssituation der Schweißer ist geprägt durch ständig wechselnde Arbeitsplätze. Die Bauteile werden für eine optimale Bearbeitung in entsprechende ergonomisch günstige Positionen gebracht.

4.5
Schutzmaßnahmen

Substitution

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob Verfahren mit geringen Emissionsraten z. B. WIG-Schweißen eingesetzt werden können. Diese Verfahren sind dann entsprechend einzusetzen.

Technische/Bauliche Schutzmaßnahmen

Die Schweißrauche sind grundsätzlich an der Entstehungsstelle durch geeignete brennerintegrierte Absaugungen oder nachführbare Absaugelemente über der Schweißstelle abzusaugen.

In Arbeitsräumen z. B. Hallen kann eine zusätzliche technische Raumlüftung zum Schutz der anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich erforderlich sein, wenn Grenzwerte mit anderen Maßnahmen (Absaugung an der Entstehungsstelle, bauliche und organisatorische Maßnahmen) nicht eingehalten werden.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Die Werkstoffe bzw. Bauteile sind möglichst so zu positionieren, dass Arbeiten nicht in Zwangshaltungen durchgeführt werden müssen.

Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind, muss geeigneter Atemschutz bereitgestellt und getragen werden.

Geeignete Atemschutzgeräte sind gebläseunterstützte Schweißerhelme oder fremdbelüftete Schweißerhelme. Für kurze Einsatzzeiten sind auch filtrierende Atemschutzmasken mit der Filterklasse FFP2 bzw. bei Schweißrauchen mit krebserzeugenden Inhaltsstoffen mit der Filterklasse FFP3 möglich.

5 Metallbau

5.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

Das Schweißen und die verwandten Verfahren werden in der Regel im Bereich des konstruktiven Metallbaus angewandt. Tätigkeitsschwerpunkt ist die Herstellung und Montage von Produkten aus Stahl und/oder Aluminium. Typische Produkte sind Treppen, Geländer, Vordächer, Balkone, Tore, Gitter oder Zäune, die zum Teil auch auf der Baustelle montiert werden. Es werden üblicherweise Bleche und Profile im Dickenbereich 3 bis 25 mm verarbeitet, bei Abmessungen von bis zu 6000 mm. Die Bauteile sind aufgrund ihrer relativ geringen Gewichte in der Regel auch ohne Hilfsmittel (Kran) händelbar und können leicht positioniert werden.

5.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Aufgrund der Größe und Form der Bauteile sind die Schweißarbeitsplätze dezentral an wechselnden Plätzen in der Werkstatt, als Montage- und Schweißarbeitsplatz eingerichtet. Sofern neben den unlegierten Standard-Werkstoffen auch nichtrostende CrNi- oder Aluminium-Werkstoffe verarbeitet werden, erfolgt in der Regel eine örtliche Trennung der Schweißbereiche.

5.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Neben den zerspanenden Bearbeitungsprozessen hat das konventionelle Schmelzschweißen (LBH, MIG/MAG und WIG) die größte Bedeutung. Schwerpunkt dabei ist das MAG-Schweißen von unlegierten Stählen.

Einsatzzeiten (Schweißdauer)

Die einzelnen Prozesse finden im Metallbau gemittelt über die Sparte wie folgt Anwendung:

Tabelle 4:
Verwendete Verfahren im Metallbau

Verfahren	Umfang (Anwendungshäufigkeit)	Werkstoff	Lichtbogenbrennzeit (Std./Tag)
MAG (Herstellung)	80 %	Unlegierter Stahl	1,0-1,5
LBH (Montage)	10 %	Unlegierter Stahl Chrom-/Nickelstahl	0,5
MIG/MAG (Herstellung)	5 %	Aluminium Chrom-/ Nickelstahl	0,5
WIG (Herstellung)	5 %	Aluminium Chrom-/ Nickelstahl	0,5

Grundwerkstoffe

Typischer Vertreter für die unlegierten Stähle ist der Baustahl mit dem Kurzzeichen S 235 (Werkstoffnummer 1.0038) mit ca. 80 %,

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

für die Chrom-Nickel-Stähle mit dem Kurzzeichen X5CrNi18-10 (Werkstoffnummer 1.4301) und X6CrNiMoTi 17-12-2 (Werkstoffnummer 1.4571) mit ca. 15 % sowie Aluminium und seine Legierungen mit ca. 5 %.

Zusatzwerkstoffe

Die verwendeten Zusatzwerkstoffe orientieren sich an den Grundwerkstoffen und enthalten ähnliche chemische Zusammensetzungen.

5.4
Schutzmaßnahmen

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob das Schweißen durch andere Fügeverfahren, wie Kleben, Falzen oder mechanisches Verbinden (Schrauben, Nieten) zu ersetzen ist.

Automatisierte Schweißverfahren mit integrierter Absaugung (ggf. eingehaust) sind konventionellen Schweißverfahren vorzuziehen.

Bei Auswahl eines der konventionellen Schweißverfahren ist dieses dahingehend zu optimieren, dass schadstoffärmere Schweißverfahren z. B. WIG- statt LBH-Schweißen oder MAG-Massivdraht- statt MAG-Fülldraht-Schweißen bevorzugt eingesetzt werden.

Sofern es sich nicht um Schweißarbeiten mit geringer Exposition handelt (siehe Abschnitt 3.2.4 Absatz 4), muss die Erfassung der Schweißrauche möglichst an der Entstehungsstelle punktförmig erfolgen. Hierfür eignen sich die brennerintegrierte Erfassung z. B. bei langen Schweißnähten und großen Bauteilen, die Tischabsaugung bei festem Schweißplatz z. B. Kleinteile oder die separate NV-/HV-Punktabsaugung mit mobilen Einzelplatzabscheidern.

Ist das Absaugen an der Entstehungsstelle für den Schweißer nicht ausreichend, so muss geeignete persönliche Schutzausrüstung z. B. belüfteter Helm sowohl für die Schweißtätigkeiten als auch für Nebenarbeiten, z. B. Verputzen von Nähten, eingesetzt werden.

Bei kleinen und mittleren Abmessungen der Bauteile sind andere Beschäftigte im Gefahrenbereich durch räumliche Abtrennung von Schweißwerkstatt und sonstiger Fertigung zu schützen. Wenn eine räumliche Abtrennung nicht möglich ist, sind geeignete Raumlüftungsmaßnahmen zum Schutz der anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich zu treffen.

6 Handwerklicher Nutzfahrzeugbau mit Instandsetzung

6.1
Beschreibung der Sparte und der typischen Produkte

Tätigkeitsschwerpunkt ist die Herstellung und Instandsetzung von Spezialfahrzeugen bzw. individuelle Aufbauten auf Serienchassis für Nutzfahrzeuge mit in der Regel mehr als 3,8 Tonnen Gesamtgewicht.

6.2
Beschreibung der typischen Arbeitsplätze

Es werden üblicherweise Bleche und Profile im Dickenbereich von 3 bis 30 mm verarbeitet, bei Abmessungen von bis zu 6000 mm. Aufgrund der Größe und Form der Bauteile sind die Schweißarbeitsplätze dezentral an wechselnden Plätzen in der Werkstatt, als Montage- und Schweißarbeitsplatz eingerichtet. Die Bauteile sind oft aufgrund ihrer hohen Gewichte ohne Hilfsmittel (Kran) nicht positionierbar, das Schweißen erfolgt dabei überwiegend in Zwangshaltungen.

6.3
Beschreibung der Tätigkeiten

Neben den zerspanenden Bearbeitungsprozessen hat das konventionelle Schmelzschweißen (MIG-/MAG- und teilweise WIG-Schweißen) die größte Bedeutung. Schwerpunkt dabei ist das MAG-Schweißen von unlegierten Stählen. Dabei können die Einsatzzeiten stark differieren. Außerdem werden Schneidprozesse von Stahlwerkstoffen mittels Brenn- und Plasmaschneiden eingesetzt.

Typische Vertreter für die unlegierten Stähle sind Stähle mit dem Kurzzeichen S 235JR bzw. S 355J2. Geschweißt wird mit artgleichen, leicht höherlegierten Schweißzusätzen.

6.4
Expositionssituation

Die Expositionssituation ist geprägt von ständig wechselnden Arbeitsplätzen. Die Raumluftbedingungen sind bei komplexen Bauteilgeometrien schwierig, weil dort oft nicht an der Entstehungsstelle abgesaugt werden kann. In diesen Fällen ist in der Regel

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

das Tragen von geeignetem Atemschutz erforderlich.

6.5
Schutzmaßnahmen

Substitution

Vorrangig sind Schweißverfahren mit geringen Emissionsraten auch in Hinblick auf die Wahl des Schweißzusatzes mit Abstimmung auf den Grundwerkstoff (geringer Mangangehalt) einzusetzen.

Technische/Bauliche Schutzmaßnahmen

Die Schweißrauche sind grundsätzlich an der Entstehungsstelle vorzugsweise durch geeignete brennerintegrierte Absaugungen oder auch durch nachführbare Absaugelemente über der Schweißstelle abzusaugen.

In Arbeitsräumen z. B. Hallen kann eine zusätzliche technische Raumlüftung zum Schutz der anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich erforderlich sein, wenn Grenzwerte mit anderen Maßnahmen (Absaugung an der Entstehungsstelle, bauliche und organisatorische Maßnahmen) nicht eingehalten werden.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Schweiß- und Brennarbeiten sind von anderen Tätigkeiten möglichst räumlich oder zeitlich zu trennen.

Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind, muss geeigneter Atemschutz bereitgestellt und getragen werden.

Geeignete Atemschutzgeräte sind gebläseunterstützte Schweißerhelme oder fremdbelüftete Schweißerhelme. Für kurze Einsatzzeiten sind auch filtrierende Atemschutzmasken mit der Filterklasse FFP2 bzw. bei Schweißrauchen mit krebserzeugenden Inhaltsstoffen mit der Filterklasse FFP3 möglich.

7 Additive Fertigung

Additive Fertigungsverfahren (siehe auch Anhang 1) sind relativ neue Technologien, deren Anwendungen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Bei den hier beschriebenen Verfahren werden Metallpulver eingesetzt, die mithilfe einer Beschickungseinrichtung schichtweise in einen geschlossenen Raum (Bauraum) eingebracht und mit einem Laserstrahl selektiv geschmolzen werden.

Gefahrstoffexpositionen oder Brand- und Explosionsgefahren können bei folgenden Arbeitsschritten auftreten:

- Qualitätsprüfungen (Wareneingangskontrolle)
- Lagerung der Metallpulver
- Pulvervorbereitung einschließlich Wiederaufbereitung
- Anlagenvorbereitung
- Drucken des Bauteils (Bauprozess)
- Bauteilentnahme und Bauteilreinigung (Pulverentfernung)
- Reinigen des Bauraumes
- Bauteilnachbearbeitung
- Abfallentsorgung
- Filterwechsel

7.1
Qualitätsprüfungen (Wareneingangskontrolle)

Beschreibung der Tätigkeiten

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Üblicherweise werden Metallpulver in geschlossenen, transportstabilen Behältern geliefert. Für Qualitätsprüfungen müssen diese geöffnet und Proben entnommen werden. Dabei kann das Metallpulver aufgewirbelt und eingeatmet werden und es kann ein Hautkontakt bestehen. Durch fein in der Luft dispergierte Metallpulver kann eine explosionsfähige Atmosphäre am Arbeitsplatz entstehen.

Schutzmaßnahmen

Staubarme Arbeitsweise, Chemikalienschutzhandschuhe z. B. Einmal-Nitrilhandschuhe, ca. 0,2 mm Stärke und ca. 300 mm Länge und Schutzbrille tragen. Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallpulvern sind geeignete Atemschutzgeräte zu tragen. Hinweise zur Auswahl beinhaltet die DGUV Regel 112-190.

Damit an der Kleidung anhaftendes Metallpulver nicht in andere Bereiche verschleppt wird, ist Arbeitskleidung z. B. Kittel zu tragen, die beim Verlassen des Arbeitsbereiches abzulegen ist.

7.2
Lagerung der Metallpulver

Beschreibung der Tätigkeiten

Metallpulver werden üblicherweise in geschlossenen Behältern gelagert. Die Pulver stellen eine Brandlast dar.

Schutzmaßnahmen

Lagermenge auf den Prozess abstimmen. Die Anforderungen der TRGS 510 sind zu berücksichtigen.

7.3
Pulvervorbereitung einschließlich Wiederaufbereitung

Beschreibung der Tätigkeiten

Vor dem Einsatz eines Metallpulvers wird üblicherweise dessen Fließverhalten ermittelt. Ein Pulver, das die Anforderungen nicht erfüllt, kommt entweder nicht zum Einsatz und wird an den Lieferanten zurückgegeben, oder das Fließverhalten des Pulvers wird durch einen Siebvorgang auf die gewünschten Eigenschaften abgestimmt.

Ob einmal in einem Druckprozess eingesetztes Pulver ein zweites Mal zum Einsatz gelangt, ist von den Qualitätsansprüchen abhängig. Oftmals wird das Pulver als Abfall entsorgt. Sofern ein zweiter Einsatz möglich ist, muss das Pulver vor einer erneuten Verwendung gesiebt werden. Der Siebvorgang sollte in geschlossenen Siebeinrichtungen erfolgen. Es können Gefährdungen durch Hautkontakt, Einatmen oder die Bildung explosionsfähiger Atmosphären auftreten.

Schutzmaßnahmen

Absaugen der Siebmaschinen mit Entstaubern (Staubklasse M, bei krebserzeugenden Metallen Staubklasse H), die auch zum Aufsaugen brennbarer Stäube geeignet sind. Diese Geräte werden mit Typ 22 oder mit ExHexagon II 3D gekennzeichnet. Im Übrigen gelten die unter Abschnitt 7.1 genannten Maßnahmen.

7.4
Anlagenvorbereitung

Beschreibung der Tätigkeiten

Vor dem Druckprozess sind die Anlagen mit dem jeweiligen Metallpulver zu befüllen. Das Befüllen kann je nach Anlagentyp mit Schaufel, durch einen offenen Schüttvorgang oder durch Anschließen des Pulverbehälters erfolgen.

Schutzmaßnahmen

Offene Schüttvorgänge sollen vermieden werden. Wenn dies nicht möglich ist, sind die unter Abschnitt 7.1 genannten Schutzmaßnahmen umzusetzen.

7.5
Drucken des Bauteils (Bauprozess)

Beschreibung der Tätigkeit

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Laserstrahlschmelzanlagen sind geschlossene Anlagen. Vor und während des Druckprozesses wird der Bauraum mit Schutzgas geflutet. Da die Bauräume nur eine geringe Leckagerate besitzen, dringen aus dem Bauraum nur geringe Schutzgas- bzw. Rauchmengen (Schmauch/Kondensat) aus.

Schutzmaßnahmen

Da der Druckprozess automatisiert abläuft und üblicherweise nur gelegentlich kontrolliert wird, sind Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten in der Regel nicht erforderlich.

7.6
Bauteilentnahme und Bauteilreinigung (Pulverentfernung)

Beschreibung der Tätigkeit

Nach Beenden des Druckprozesses müssen das Pulver und die darin befindlichen Bauteile abkühlen, bevor der Bauraum geöffnet und das nicht geschmolzene Pulver mit einem Sauger entfernt wird. Nach dem Entfernen des Pulvers werden die Bauteile mit der Bauplattform aus dem Bauraum genommen. An Bauteilen anhaftendes Metallpulver wird grob mit Spachteln, Pinseln oder ähnlichen Werkzeugen entfernt.

Schutzmaßnahmen

Bei den Arbeitsschritten kann eine Exposition gegenüber Metallpulvern auftreten. Insofern gelten auch hier die in Abschnitt 7.1 genannten Schutzmaßnahmen. Werden die Bauteile noch im warmen Zustand entnommen, sind geeignete hitzebeständige Schutzhandschuhe zu tragen.

7.7
Reinigen des Bauraumes

Beschreibung der Tätigkeiten

Vor dem nächsten Druckprozess wird der Bauraum gereinigt, konkret wird an den Wänden anhaftendes Kondensat/Schmauch mit Nassabscheidern oder Trockensaugern abgesaugt und mit feuchten Tüchern nachgewischt. Für das Reinigen der Laseroptik kommen meist spezielle Linsenreinigungstücher zum Einsatz. Beim Reinigen des Innenraums besteht wegen der kondensierten Stäube eine erhöhte Explosionsgefahr. Trocknen die Reinigungstücher, so können sie sich selbst entzünden. Sie stellen daher eine erhöhte Brandlast dar.

Schutzmaßnahmen

Bei den Arbeitsschritten können die unter Abschnitt 7.1 beschriebenen Gefährdungen auftreten, insofern gelten auch hier die genannten Schutzmaßnahmen. Insbesondere sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen. Zur Reinigung des Bauraums bieten einzelne Filtergerätehersteller spezielle Filtergeräte an, die in der Regel über ein mehrstufiges Filtersystem verfügen. Aus Gründen des Explosionsschutzes besteht das Vorfilter üblicherweise aus einem Nassabscheider z. B. Wasserbad. Beim manuellen Reinigen eingesetzte Tücher sind in geschlossenen Behältern aus nicht brennbarem Material zu sammeln und zu entsorgen.

7.8
Bauteilnachbearbeitung

Beschreibung der Tätigkeiten

Die gedruckten Bauteile sind mit der Bauplattform fest verbunden und müssen mithilfe einer Säge oder durch Abbrechen mechanisch getrennt werden. Diese Arbeitsschritte sowie die weitergehende Bauteilreinigung erfolgen außerhalb des Bauraumes, oftmals auf speziellen Arbeitstischen mit Absaugung oder in gekapselten Reinigungskammern. Müssen die Bauteiloberflächen sandgestrahlt oder geschliffen werden, erfolgt dies in Kabinen.

Schutzmaßnahmen

Tragen von geeigneten Schutzhandschuhen, erforderlichenfalls Bereitstellen und Tragen von geeignetem Atemschutz.

7.9
Abfallentsorgung

Beschreibung der Tätigkeiten

Metallpulver und Abfälle können an der Luft zu starken Reaktionen neigen und sich mitunter selbst entzünden. Ein Mischen von

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

unterschiedlichen Metallpulverresten ist zu vermeiden. Schlämme aus Nassabscheidern sowie geflutete Luftfilter können an Luft reagieren und Wasserstoff freisetzen (Explosionsgefahr).

Schutzmaßnahmen

Abfälle in Behältern aus nicht brennbarem Material und möglichst im Freien bzw. in gut belüfteten Räumen mit direktem Luftaustausch durch Außenluft lagern.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH