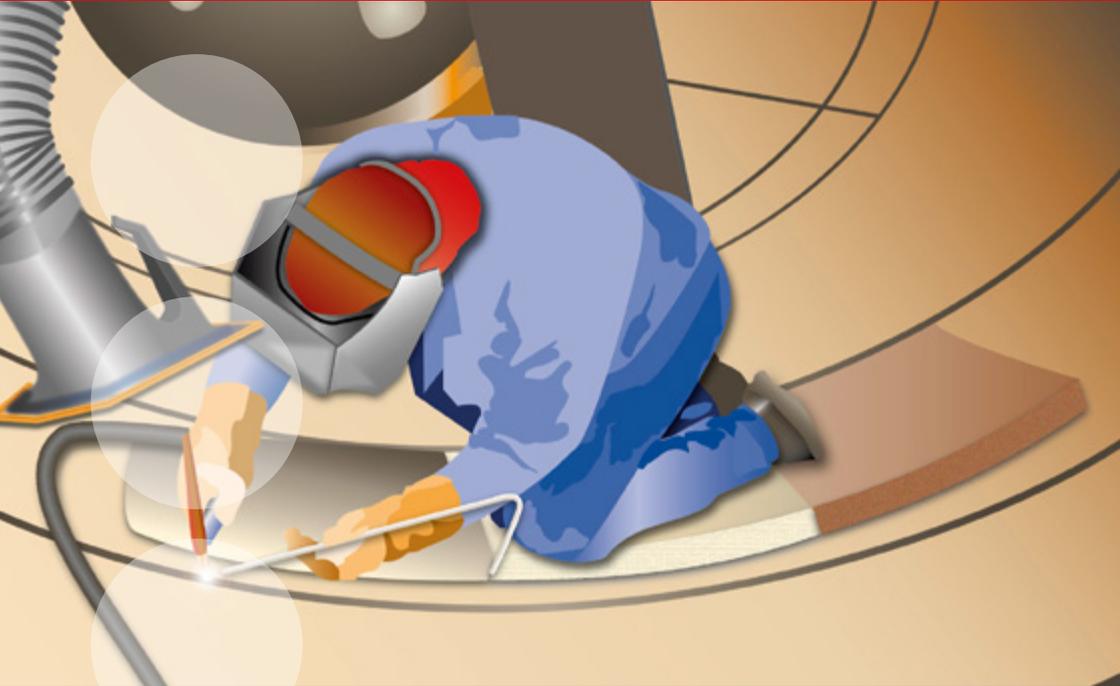


209-049

DGUV Information 209-049



Umgang mit thoriumoxid- haltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgas- schweißen (WIG)

Impressum

Herausgegeben von:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Neue Rufnummern ab 1. August 2018:
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132

Sachgebiet Oberflächentechnik und Schweißen des
Fachbereichs Holz und Metall der DGUV

Ausgabe: April 2018

DGUV Information 209-049
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen

Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	6
1 Begriffe zum Strahlenschutz	7
2 Rechtliche Grundlagen	11
2.1 TRGS 528 "Schweißtechnische Arbeiten"	11
2.2 Strahlenschutzverordnung	12
2.3 Lüftungstechnische Maßnahmen nach TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ Abschnitt 4.3	14
2.4 Wirksamkeitsüberprüfung nach TRGS 528	16
3 Gefährdungen	17
3.1 Allgemeine Gefährdungen durch radioaktive Stoffe, speziell durch Thorium	17
3.2 Gefährdungspotenzial beim Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	18
3.3 Gefährdungspotenzial beim Schleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	19
3.4 Gefährdungspotenzial bei kombinierter Tätigkeit	20
3.5 Gefährdungspotenzial bei der Entsorgung von Schleifstäuben und Elektrodenresten	20
3.6 Gefährdungspotenzial bei der Lagerung der thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	20
4 Expositionsabschätzung	21
5 Schutzmaßnahmen	24
5.1 Verwendung thoriumoxidfreier Wolframelektroden	24
5.2 Verwendung thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden	24

Seite

Anhang 1

Prinzipskizze „Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)“	27
---	----

Anhang 2

Literatur-Verzeichnis	28
1 Gesetze/Verordnungen	28
2 DGUV Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	28
3 Normen	29
4 Sonstige Publikationen	29

Vorwort

Beim Wolframinertgasschweißen (WIG) sind möglichst thoriumoxidfreie Wolframelektroden zu verwenden, da von thoriumhaltigen Wolframelektroden auf Grund ihrer radioaktiven Eigenschaften energiereiche Strahlung ausgeht. Diese Energie-reiche Strahlung kann durch die Ablagerung des Thoriums in den Knochen sowie Bestrahlung der Bronchien und der Lunge das Erbgut verändern und damit lang-fristig Krebs auslösen.

Kann aus zwingenden technischen Gründen nicht auf den Einsatz von thoriumoxid-haltigen Wolframelektroden verzichtet werden, enthält diese Information Hinweise zum Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden. Es werden die notwen-digen Schutzmaßnahmen beschrieben, um mögliche Gefährdungen beim Umgang mit diesen Elektroden zu minimieren.

Unternehmerinnen und Unternehmer können bei Beachtung der in dieser DGUV Information enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungs-möglichkeiten, davon ausgehen, dass sie die in der DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“, und der TRGS 528 geforderten Schutzziele erreichen.

Diese DGUV Information ist nicht geeignet, im Falle einer Berufskrankheit nach Ziffer BK 2402 die Exposition abzuschätzen. In entsprechenden Berufskrankheiten-fällen ist die jährliche Organdosis für das betroffene Organ zu ermitteln. Diese kann aus der vorliegenden Information nicht abgeleitet werden. In diesen Fällen kann das Institut für Strahlenschutz der BG ETEM und der BG RCI beraten (Institut für Strahlenschutz der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeug-nisse (BG ETEM) und der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie (BG RCI), Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln).

Dieser Stand der Information beinhaltet nur eine redaktionelle Überarbeitung. Eine vollständige Aktualisierung der Schrift wird nach Abschluss der Überarbeitungen der TRGS 528 erfolgen.

1 Begriffe zum Strahlenschutz

Im Folgenden werden Strahlenschutzbegriffe, die in dieser DGUV Information verwendet werden, in vereinfachter Form erläutert. Einige dieser Begriffe sind in § 3 der Strahlenschutzverordnung näher definiert.

- **Aktivität**

Die Aktivität ist ein Maß für das Strahlungspotenzial eines Stoffes. Sie beschreibt, wie viele radioaktive Zerfälle pro Zeiteinheit geschehen. Die Einheit ist das Becquerel. Früher gab es Grenzwerte für die jährliche Aufnahme von Aktivität in den menschlichen Körper. Diese Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr (GAZ) sind mit der Novellierung der Strahlenschutzverordnung vom 1. August 2001 weggefallen. Man orientiert sich jetzt am Primärgrenzwert der effektiven Dosis.

- **Aktivitätskonzentration**

Konzentration eines radioaktiven Stoffes, z. B. in Luft. Gemessen wird die Aktivität in einem bestimmten Volumen. Die Einheit ist dann Bq/m^3 . Setzt man die Standardatemrate des Menschen von $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ voraus, kann durch Multiplikation mit der Aktivitätskonzentration und dem zugehörigen Dosisfaktor z. B. die effektive Dosis, die aus einer möglichen Inkorporation resultiert, berechnet werden.

- **Alpha-Strahlung**

Die Alpha-Strahlung ist eine Form der ionisierenden Strahlung. Energiereiche Alphateilchen, das sind Heliumkerne, werden aus den Atomkernen eines radioaktiven Stoffes herausgeschleudert. Alpha-Strahlung hat eine sehr kurze Reichweite.

- **„Arbeiten“** (im Sinne der Strahlenschutzverordnung)

Handlungen, die bei natürlich vorkommender Radioaktivität die Strahlenexposition erhöhen können (genaue Definition siehe § 3 Abs. 1 Nr. 2 der Strahlenschutzverordnung).

- **Becquerel (Bq)**

Das Bq ist die Einheit für die Aktivität. Ein Bq bedeutet ein radioaktiver Zerfall pro Sekunde.

- **Beruflich strahlenexponierte Personen**

Personen, die bei ihrer Berufsausübung bei „Arbeiten“ im Sinne der Strahlenschutzverordnung mehr als 6 mSv effektive Jahresdosis erhalten können.



Anmerkung:

Beim Umgang mit künstlichen radioaktiven Stoffen gilt ein Wert von 1 mSv statt 6 mSv.

- **Beta-Strahlung**

Die Beta-Strahlung ist eine Form der ionisierenden Strahlung. Energie-reiche Betateilchen – Elektronen oder Positronen – werden aus den Atomkernen eines radioaktiven Stoffes herausgeschleudert.

- **Dosisfaktor**

Umrechnungsfaktor, um von der Aktivitäts-Aufnahme in den menschlichen Körper auf eine Dosis umrechnen zu können. Der Dosisfaktor hängt ab vom Nuklid, vom Inkorporationspfad (Einatmen) und von der chemischen Form des inkorporierten Nuklids.

- **Effektive Dosis**

Diese Größe gibt die Wirkung der Strahlenexposition auf den gesamten Menschen an, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Strahlenempfindlichkeit verschiedener Organe. Die Einheit ist das Sievert.

- **Gamma-Strahlung**
Das ist hochenergetische, kurzweilige elektromagnetische Strahlung, die aus Atomkernen von radioaktiven Stoffen ausgesandt wird. Diese Strahlung ist sehr durchdringend.
- **Körperdosis**
Dies ist ein Sammelbegriff für die Strahlendosis für den ganzen Körper oder einzelne Organe eines Menschen.
- **Inkorporation**
Die Inkorporation ist die Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper. Dies kann durch Einatmen, Verschlucken, Aufnahme über die Haut oder Eindringen durch Wunden der radioaktiven Stoffe geschehen.
- **Ionisierende Strahlung**
Energiereiche Strahlung, die z. B. aus radioaktiven Stoffen oder aus Röntgeneinrichtungen ausgesandt wird und die getroffenen Atome oder Moleküle ionisieren, d. h. elektrisch aufladen, und damit auch chemische Eigenschaften verändern kann.
- **Nuklid**
Bezeichnung für eine bestimmte Atomart. Es gibt ca. 2500 verschiedene Nuklide, von denen ca. 2200 radioaktiv sind (Radionuklide). Bei Thorium, das in den Wolframelektroden enthalten ist, sind die drei Nuklide Th-228, Th-230 und Th-232 zu berücksichtigen.
- **Radioaktivität**
Das ist die Eigenschaft vieler Stoffe, sich von selbst umzuwandeln, wobei ionisierende Strahlung ausgesendet wird.

- **Sievert (Sv), Millisievert (mSv) und Mikrosievert (μSv)**
Die Einheit für die Strahlendosis (Sv) berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirksamkeit verschiedener Strahlenarten auf den Menschen. Es gilt: $1000 \mu\text{Sv} = 1 \text{mSv}$ und $1000 \text{mSv} = 1 \text{Sv}$
- **Strahlenexposition**
Einwirkung von Strahlung auf den Menschen. Die „Menge“ der Strahlenwirkung wird als Dosis bezeichnet. Man unterscheidet interne und externe Strahlenexpositionen.
- **Strahlenexposition, interne**
Gelangen radioaktive Stoffe in den menschlichen Körper, bestrahlen diese den Menschen bzw. Organe und Gewebe von innen. Die so erhaltene Strahlenexposition wird als interne Strahlenexposition bezeichnet.
- **Strahlenexposition, externe**
Wirkt lediglich eine Strahlenquelle (radioaktiver Stoff, Röntgeneinrichtung) von außen auf den Menschen ein, spricht man von externer Strahlenexposition.

2 Rechtliche Grundlagen

2.1 TRGS 528 “Schweißtechnische Arbeiten”

Abschnitt 4.2 der TRGS 528 „Substitution: Auswahl von gefahrstoffarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen“ lautet:

„4.2 (1) Der Arbeitgeber hat unter Beachtung des Standes der Technik Schweiß-, Schneid- und verwandte Verfahren anzuwenden und Zusatzwerkstoffe einzusetzen, bei denen die Freisetzung von Gefahrstoffen möglichst gering ist. Stehen einem entsprechenden Verfahren produktspezifische Anforderungen entgegen, können andere Verfahren angewendet werden.“

Abschnitt 4.6 der TRGS 528 „Organisatorische Maßnahmen“ lautet:

„(8) Die Arbeitspositionen der Beschäftigten sind möglichst so zu wählen, dass durch Ausnutzung der Thermik die Gefahrstoffeinwirkung minimiert wird, z. B. durch entsprechende Positionierung der Werkstoffe durch dreh- und schwenkbare Arbeitstische.

(9) Ist eine ungünstige Arbeitsposition nicht vermeidbar, sollte besonders auf die gesichtsnahen Platzierung des Schutzschildes geachtet werden. In einigen Fällen können die Werkstücke mit Hilfe von Dreh- und Kippvorrichtungen in günstigere Positionen gebracht werden.“

Das WIG-Schweißen mit thoriumoxidfreien Elektroden entspricht dem Verfahren nach Abschnitt 4.2 (1) der vorstehend genannten TRGS 528. Thoriumoxidhaltige Wolframelektroden dürfen entsprechend Abschnitt 4.2 (1) der TRGS 528 nur noch aus produktspezifischen Anforderungen (zwingenden technischen Gründen) verwendet werden. Hierbei sind die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zu beachten.

2.2 Strahlenschutzverordnung

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen unterliegt der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Die Strahlenschutzverordnung vom 1. August 2001 enthält auch Regelungen zum Schutz von Berufstätigen und Bevölkerung bei natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen. In § 3 der Strahlenschutzverordnung definiert der Begriff „Arbeiten“ den Umgang mit bestimmten natürlichen radioaktiven Stoffen. In der Anlage XI der Strahlenschutzverordnung werden explizit bestimmte „Arbeiten“ aufgeführt, bei denen erheblich erhöhte Strahlenexpositionen auftreten können. Darunter benannt sind auch das Schleifen von und Wechselstromschweißen mit thorierten Schweißelektroden.

Grundsätzlich gilt § 94 der Strahlenschutzverordnung. Dieser gibt vor, dass Maßnahmen zu treffen sind, um unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls die Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten (Minimierungsgebot).

Werden thoriumoxidhaltige Schweißelektroden angeschliffen oder wird damit WIG-Schweißen mit Wechselstrom durchgeführt, müssen Unternehmerinnen und Unternehmer innerhalb von sechs Monaten nach Beginn der Arbeiten eine auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Körperdosis durchführen (§ 95 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung). Werden die zuvor genannten Arbeitsplätze so verändert, dass höhere Strahlenexpositionen auftreten können, ist eine Abschätzung erneut unverzüglich durchzuführen. Hilfen für eine Abschätzung werden in Abschnitt 3 gegeben.

Ergibt die nach § 95 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung geforderte Abschätzung, dass die jährliche effektive Dosis 6 mSv überschreiten kann, ist innerhalb von drei Monaten eine Anzeige an die nach Landesrecht zuständige Stelle für den Arbeitsschutz zu erstatten. Dann ist die Körperdosis nicht mehr nur abzuschätzen, sondern innerhalb von neun Monaten nach Beginn

der Strahlenexposition durch geeignete Verfahren zu messen (§ 95 Abs. 2 Strahlenschutzverordnung).

Eine verlässliche Aussage über die Strahlenexposition, insbesondere die mögliche Inkorporation von Thorium, kann nur eine repräsentative Messung der Aktivitätskonzentration in der Luft am Arbeitsplatz bringen. Repräsentativ für die tatsächlichen Arbeitsplatzverhältnisse ist eine personenbezogene Luftprobenahme im Atembereich. Bei diesem Verfahren ist aufgrund des geringen Probendurchsatzes eine kostenaufwendige Analyse der Probenahmefilter erforderlich.

Bei einer möglichen Überschreitung der effektiven Jahresdosis von 6 mSv sind Schutzmaßnahmen zur Dosisreduzierung vorzusehen. Die Messergebnisse, die vorgesehenen Maßnahmen zur Dosisreduzierung, die konkrete Art der Arbeit und die Anzahl der betroffenen Personen sind der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Für den **anzeigepflichtigen** Umgang mit thorierten Wolframelektroden gilt:

- Sobald eine Frau den Arbeitgeber informiert, dass sie schwanger ist oder stillt, müssen die Arbeitsbedingungen so gestaltet werden, dass eine Inkorporation ausgeschlossen ist.



Anmerkung

Dies kommt zwangsläufig einem Verbot des Umgangs mit thorierten Elektroden für diese Personengruppen gleich, da eine Inkorporation nicht anders zu verhindern ist.

Personen dürfen anzeigepflichtige Arbeiten nur dann weiter ausführen, wenn sie innerhalb des jeweiligen Kalenderjahres wie beruflich strahlenexponierte Personen einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung unterzogen werden.

- Es gelten die folgenden Dosisgrenzwerte für die effektive Dosis im Kalenderjahr:
 - 6 mSv für nicht beruflich strahlenexponierte Personen bei „Arbeiten“
 - 20 mSv für beruflich strahlenexponierte Personen
 - 400 mSv für die gesamte beruflich bedingte Dosis
 - 6 mSv für Personen unter 18 Jahren
- Die Ergebnisse der Dosismessungen müssen aufgezeichnet und bis zum 75. Lebensjahr der überwachten Person (mindestens 30 Jahre nach Beendigung der jeweiligen Beschäftigung) aufbewahrt werden.
- Die zuständige Behörde kann gemäß § 96 Abs. 4 der Strahlenschutzverordnung bei anzeigebedürftigen „Arbeiten“ weitere Maßnahmen anordnen, unter anderem auch die Bestellung eines/einer Strahlenschutzbeauftragten, die Aufstellung einer Strahlenschutzanweisung, die Abgrenzung von Strahlenschutzbereichen und Forderungen zur Abfallentsorgung. Im Zweifel sollte dies immer mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.
- Werden die anzeigebedürftigen „Arbeiten“ in fremden Betriebsstätten ausgeübt, müssen die betroffenen Personen einen bei der zuständigen Behörde registrierten Strahlenpass haben (§ 95 Abs. 3 Strahlenschutzverordnung).

2.3 Lüftungstechnische Maßnahmen nach TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ Abschnitt 4.3

Insbesondere ist hier zu beachten:

- (1) Lüftungstechnische Maßnahmen sind geeignet, wenn sie die Gefährdung der Beschäftigten durch Gefahrstoffe auf ein Minimum verringern. Dies hat vorrangig durch Absaugung der Gefahrstoffe im Entstehungsbereich zu erfolgen.

- (2) Je näher an der Entstehungsstelle abgesaugt wird, desto effektiver ist die Erfassung der Gefahrstoffe. Hierbei ist zu beachten, dass die geforderte Schweißnahtgüte erreicht wird.

Unabhängig von der Auswahl der Verfahren hat der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung unter Berücksichtigung von Verfahren, Werkstoffen und Einsatzbedingungen geeignete Lüftungstechnische Maßnahmen zu ergreifen.

In Abhängigkeit von Verfahren und Werkstoffen werden in der folgenden Tabelle Lüftungstechnische Maßnahmen aufgeführt, die im Regelfall den Forderungen der Gefahrstoffverordnung und der Strahlenschutzverordnung genügen.

Tabelle 2-1: Lüftung in Räumen bei Verfahren mit/ohne Zusatzwerkstoff

Verfahren	Zusatz- oder Grundwerkstoff		Schweißen an beschichtetem Stahl
	Unlegierter und niedriglegierter Stahl, Aluminium-Werkstoffe	Hochlegierter Stahl, NE-Werkstoffe (außer Aluminium-Werkstoffe)	
WIG-Schweißen mit thoriumoxidfreien Wolframelektroden	T	A/T	T
WIG-Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	A	A	A

T = Technische (maschinelle) Raumlüftung

A = Absaugung im Entstehungsbereich der Schadstoffe

2.4 Wirksamkeitsüberprüfung nach TRGS 528

Hierzu legt die TRGS fest:

6.1 (1) Allgemeines zur Wirksamkeitsüberprüfung

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Ermittlungsmethoden vor Inbetriebnahme des Arbeitsplatzes und dann regelmäßig innerhalb von festgelegten Fristen zu überprüfen. Die Schutzmaßnahmen sind ausreichend, wenn mindestens die relevanten Grenzwerte und risikobezogene Beurteilungsmaßstäbe eingehalten sind.

3 Gefährdungen

3.1 Allgemeine Gefährdungen durch radioaktive Stoffe, speziell durch Thorium

Die besondere Gefährdung beim Umgang mit radioaktiven Stoffen geht von der energiereichen Strahlung dieser Stoffe aus. Das Gefährdungspotenzial hängt insbesondere ab von der

- Art der Strahlenexposition:
innere oder äußere
- Art der Strahlung:
Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung
- Umgangsart

Thorium emittiert im Wesentlichen Alpha-Strahlung, seine Zerfallsprodukte emittieren Alpha- und Beta-Strahlung. Zusätzlich wird auch Gamma-Strahlung emittiert. Die Besonderheit der alphastrahlenden Stoffe bzw. der Alpha-Strahlung liegt darin, dass sie

- nach Inkorporationen (Einatmen oder Verschlucken von Rauchen und Stäuben) eine bedeutend höhere biologische Wirksamkeit aufweist als beta- und gammastrahlende Stoffe,
- eine sehr kurze Reichweite besitzt (wenige cm in Luft).

Diese Besonderheit führt bei den verschiedenen Umgangsarten mit den thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden zu unterschiedlichem Gefährdungspotenzial.

Die Verwendung von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden kann deshalb beim Schweißen und beim Anschleifen durch die Inhalation von Schweißrauchen oder Schleifstäuben, die Thoriumoxid beinhalten, zu einer inneren Strahlenexposition (interne Exposition) führen.

Andererseits bewirkt z. B. das Lagern dieser Elektroden eine äußere Strahlenexposition (externe Exposition). Die Inhalation von Stäuben oder Rauchen führt zu einem erheblich höheren Gefährdungspotenzial (vorwiegend

durch Alpha-Strahlung) als das Lagern von Elektroden (durch Gamma- und Beta-Strahlung).

Dadurch, dass die Alpha-Strahlung eine wesentlich geringere Reichweite als Gamma- und Beta-Strahlung hat, vermag sie die äußere Hautschicht nicht zu durchdringen und ist bei der Bewertung der äußeren Exposition ohne Belang.

Die innere Strahlenexposition durch das Einatmen von thoriumoxidhaltigen Rauchen und Stäuben ist besonders schädlich, da das so in den Körper gelangte Thorium sich bevorzugt in den Knochen ablagert. Dort kann die Alpha-Strahlung Knochenhaut und Knochenmark schädigen. Die Lunge und die Leber können nach Inhalation von Thoriumoxid ebenfalls eine nennenswerte Strahlenexposition erhalten. Andere Organe sind in wesentlich geringerem Maße betroffen.

Die Gefährdung durch Verschlucken von thoriumoxidhaltigen Stäuben ist aufgrund der schweren Löslichkeit des Thoriumoxids gegenüber der Gefährdung durch Inhalation zu vernachlässigen.

3.2 Gefährdungspotenzial beim Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden

Beim WIG-Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden entstehen Rauche, die Thoriumoxid beinhalten. Hier kann durch Inhalation dieser Rauche eine Gefahr durch interne Strahlenexposition auftreten. Ein Maß für die Gefährdungsabschätzung ist dabei der Grenzwert für die effektive Dosis¹ für nicht beruflich strahlenexponierte Personen bei „Arbeiten“ (also

¹ Früher war der Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr (GAZ) maßgebend.

auch beim Umgang mit den thorierten WIG- Elektroden) in Höhe von 6 mSv pro Jahr.

Untersuchungsergebnisse haben Folgendes gezeigt:

- Beim WIG-Schweißen mit Gleichstrom ist davon auszugehen, dass dieser Jahresgrenzwert (6 mSv) durch Inhalation von Thoriumoxid nicht überschritten wird.
- Beim WIG-Schweißen mit Wechselstrom, z. B. bei Aluminium-Werkstoffen, treten Expositionen auf, die nicht mehr zu vernachlässigen sind. Hier kann der genannte Jahresgrenzwert (6 mSv) durch Inhalation von Thoriumoxid überschritten werden.
- Die externe Strahlenexposition durch die Gammakomponente ist beim Schweißen vernachlässigbar. Die maximalen Dosen aufgrund externer Bestrahlung liegen weit unterhalb der natürlichen Strahlenexposition.
- Eine ungünstige Schweißposition (Atembereich des Schweißers in der aufsteigenden Schweißrauchsäule) wirkt sich nachhaltig auf die inhalative Belastung aus (deutlich erhöhte Exposition).

3.3 Gefährdungspotenzial beim Schleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden

Beim Anschleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden kommt es zu einer Freisetzung radioaktiven Staubs, verbunden mit der Gefahr einer internen Strahlenexposition durch Inhalation.

Untersuchungsergebnisse haben gezeigt:

- Beim Anschleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden treten Expositionen auf, die nicht mehr zu vernachlässigen sind. Auch hier kann der genannte Jahresgrenzwert (6 mSv) durch Inhalation von Thoriumoxid überschritten werden.

- Die externe Strahlenexposition durch die Gammakomponente und durch die Betastrahlung ist beim Anschleifen unter normalen Arbeitsbedingungen zu vernachlässigen. Die maximalen Dosen aufgrund externer Bestrahlung liegen weit unterhalb der natürlichen Strahlenexposition.

3.4 Gefährdungspotenzial bei kombinierter Tätigkeit

Bei einer kombinierten Tätigkeit (Schweißen und Schleifen) addieren sich die jeweiligen Expositionen, sodass Überschreitungen des genannten Jahresgrenzwertes (6 mSv) eher möglich sind.

3.5 Gefährdungspotenzial bei der Entsorgung von Schleifstäuben und Elektrodenresten

Bei der Entsorgung von Schleifstäuben, insbesondere bei der Reinigung von Abscheidern von Absauganlagen, können größere Mengen von thoriumoxidhaltigem Staub aufgewirbelt und eingeatmet werden. Die dadurch bedingte Inkorporation kann die Exposition beim Anschliff oder beim Schweißen um Größenordnungen übersteigen. Die Entsorgung der Elektrodenreste stellt keine Gefährdung dar.

3.6 Gefährdungspotenzial bei der Lagerung der thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden

Die externe Strahlenexposition durch die Gamma- und Beta-Strahlung bei der Lagerung erfordert bei nur geringer Lagermenge (z. B. 10 Packungen) keine weiteren Strahlenschutzmaßnahmen. Bei größerer Lagermenge kann die dadurch entstehende Ortsdosisleistung in unmittelbarer Nähe (unterhalb von einem halben Meter) mehrere $\mu\text{Sv/h}$ erreichen und Personen gefährden.

4 Expositionsabschätzung

Eine wesentliche Einflussgröße für die Strahlenexposition ist der zeitliche Anteil der Arbeiten, d. h., wie oft werden die Elektroden angeschliffen bzw. wie viele Stunden pro Jahr wird mit den thorierten Elektroden geschweißt. Für eine Abschätzung sind in der Tabelle 4-2 die Maximalwerte des Messprogramms der Unfallversicherungsträger aufgeführt. Es sind effektive Dosiswerte, die aus den Aktivitätsbestimmungen in der Atemluft der Schweißer und Schweißerinnen unter Berücksichtigung aller relevanten Nuklide berechnet wurden. Es wurden dabei die Dosisfaktoren aus dem Bundesanzeiger G 1990 Nr. 160 a berücksichtigt.

Auch die Anteile des radioaktiven Thoriumoxids in der Elektrode beeinflussen die Höhe der Exposition bei deren Verwendung. Nachfolgender Ausschnitt aus der Norm DIN EN ISO 6848 „Lichtbogenschweißen und -schneiden – Wolframelektrode – Einteilung“ zeigt eine Zuordnung der Elektrodenkennfarbe zum Grad des Oxidzusatzes.

Tabelle 4-1: Genormte Farbcodierung der Zündelektroden

Kurzzeichen	Oxidzusatz % (m/m)	Art des Zusatzes	Kennfarbe
WP	–	Kein Zusatz	grün
WT4	0,35 bis 0,55	Thoriumdioxid ThO ₂	blau
WT10	0,80 bis 1,20	Thoriumdioxid ThO ₂	gelb
WT20	1,70 bis 2,20	Thoriumdioxid ThO ₂	rot
WT30	2,80 bis 3,20	Thoriumdioxid ThO ₂	violett
WT40	3,80 bis 4,20	Thoriumdioxid ThO ₂	orange

Die Exposition beim Schweißen ist dabei ein Schichtmittelwert, in dem Rüstzeiten enthalten sind, es handelt sich daher nicht um die reine Lichtbogenbrenndauer. Mit diesen Angaben kann unter Zugrundelegung der

Jahresarbeitszeit des Schweißers oder der Schweißerin und der Anzahl der jährlich durchgeführten Anschliffe die geforderte Abschätzung der jährlichen Exposition erfolgen. Maßgebend ist dabei, ob eine Jahresdosis von 6 mSv überschritten wird.

Bei Überschreitung dieser Dosis sind weitere Maßnahmen erforderlich (siehe Abschnitte 2.2 und 3.2). Die Angaben der Tabelle 4-2 beziehen sich auf Arbeitsplätze ohne lokale Erfassung/Absaugung.

Tabelle 4-2: Maximalwerte des berufsgenossenschaftlichen Messprogramms

Arbeiten	mit WT20-Elektroden	mit WT40-Elektroden
Wechselstromschweißen	4,2 µSv/h	8,4 µSv/h
Gleichstromschweißen	0,06 µSv/h	0,12 µSv/h
Anschliff	0,29 µSv/Anschliff	0,58 µSv/Anschliff

Eine wirksame Erfassung in Verbindung mit einer lokalen Absaugung kann die Exposition im Mittel um den Faktor 2 verringern. Dies kann in die Abschätzung einfließen.



Beispiel 1:

Ein Schweißer arbeitet (inklusive der Rüstzeiten) 250 Stunden im Jahr mit dem Gleichstromverfahren und 1500 Stunden im Jahr mit dem Wechselstromverfahren mit WT40-Elektroden. Im Durchschnitt schleift er ca. 500-mal pro Jahr diese Elektroden an.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$250 \text{ h} \times 0,12 \text{ µSv/h} + 1500 \text{ h} \times 8,4 \text{ µSv/h} + 500 \times 0,58 \text{ µSv} \\ = 12920 \text{ µSv oder rund } 11,3 \text{ mSv pro Jahr}$$

**Beispiel 2:**

Ein Schweißer arbeitet (inklusive Rüstzeiten) ausschließlich mit dem Wechselstromverfahren 1 760 Stunden im Jahr, davon die Hälfte seiner Arbeitszeit mit WT20- und die andere Hälfte mit WT40-Elektroden. Er schleift ca. 500-mal pro Jahr die Elektroden an.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$880 \text{ h} \times 4,2 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 880 \text{ h} \times 8,4 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 250 \times 0,58 \text{ } \mu\text{Sv} + 250 \times 0,29 \text{ } \mu\text{Sv} \\ = 11\,305,5 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ oder rund } 11,3 \text{ mSv pro Jahr}$$

**Beispiel 3:**

Ein Schweißer verwendet beim Wechselstromverfahren immer WT30-Elektroden. Seine Jahresarbeitszeit beim Schweißen (einschließlich Rüstzeiten) beträgt 1 200 Stunden. Zusätzlich schleift er aber nicht nur für sich selbst, sondern auch für seine zahlreichen Kollegen die Elektroden in der übrigen Arbeitszeit an. Dabei kommt er auf 5 000 Anschliffe pro Jahr. Die WT30-Elektrode liegt hinsichtlich des Thoriumgehalts genau zwischen der WT20 und der WT40, insofern kann man den Mittelwert der für diese Elektroden ausgewiesenen Werte der Tabelle 4-2 nehmen.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$1\,200 \text{ h} \times 6,3 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 5\,000 \times 0,44 \text{ } \mu\text{Sv} = 9\,760 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ oder rund } 9,8 \text{ mSv pro Jahr}$$

5 Schutzmaßnahmen

Entsprechend den Abschnitten 2 und 3 ergeben sich in Ausfüllung der Gefahrstoffverordnung, der DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ folgende Schutzmaßnahmen:

5.1 Verwendung thoriumoxidfreier Wolframelektroden

Es sind – soweit möglich – thoriumoxidfreie Wolframelektroden zu verwenden.

Thoriumoxidfreie Wolframelektroden mit anderen Oxidzusätzen, z. B. cer- oder lanthanhaltige Elektroden, sind verfügbar und in DIN EN ISO 6848 genormt. Für die Verwendung thoriumoxidfreier Wolframelektroden sind keine weiteren Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Strahlenschutzverordnung erforderlich.

5.2 Verwendung thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden

Kann aus zwingenden technischen Gründen nicht auf den Einsatz von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden verzichtet werden, müssen sowohl beim Anschleifen der Elektroden als auch beim Schweißen die Emissionen an der Entstehungsstelle erfasst und mit geeigneten Einrichtungen abgeschieden werden.

Zum Absaugen und Abscheiden der thoriumoxidhaltigen Schleifstäube sind nach der Norm DIN EN 60335-2-69 geprüfte Entstauber der Staubklasse H einzusetzen.

Zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch sind nach der Norm EN ISO 15012-1 (wird in Kürze durch die Norm DIN EN ISO 21904-2 ersetzt) geprüfte Abscheider der Schweißrauchabscheideklasse W3 zu verwenden.

Informationen zu geprüften und zertifizierten Geräten enthält die DGUV Test Datenbank (siehe <http://www.dguv.de/dguv-test/zert-recherche/index.jsp>).

Beim Anschleifen muss die Absaugung den Anforderungen für Entstauber der Kategorie H 1 gemäß den Prüfkriterien für staubbeseitigende Maschinen genügen.“

Gemäß der Gefahrstoffverordnung sind Anwender verpflichtet, die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Erläuterungen hierzu liefert die Technische Regel „Schweißtechnische Arbeiten“ (TRGS 528). Die Wirksamkeit von Absaugungen ist beim Schweißen mit Wechselstrom durch Messung der einatembaren Fraktion nach DIN EN 481 an der Person im Atembereich nachzuweisen.

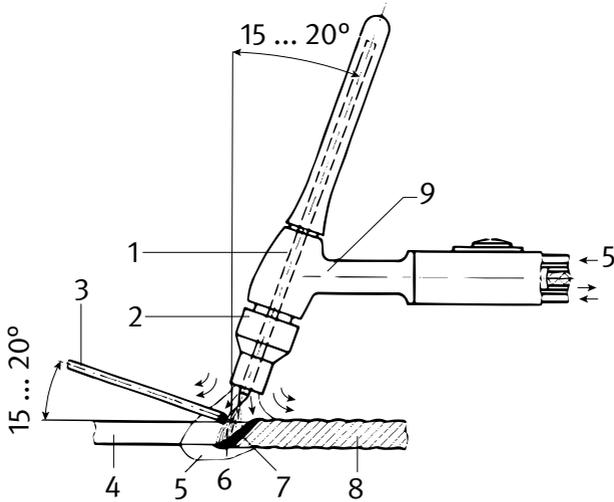
Weiterhin sind folgende Maßnahmen umzusetzen:

- Die Körperhaltung der Schweißerin oder des Schweißers sollte sowohl beim Schweißen als auch beim Schleifen so sein, dass die freigesetzten Schadstoffe aus dem Atembereich weitgehend ferngehalten werden.
- Regelmäßige Beseitigung und Entsorgung des abgelagerten Staubs thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden auf sichere Art, z. B. ohne Hautkontakt, durch Vermeidung von Aufwirbelung und Inhalation
- Verbot von Essen, Trinken und Rauchen am Arbeitsplatz in Verbindung mit der konsequenten Durchführung arbeitshygienischer Maßnahmen, z. B. Händewaschen
- Gemäß § 95 Abs. 1 der Strahlenschutzverordnung ist eine Expositionsabschätzung durchzuführen.
- Ergibt die Abschätzung nach § 95 Abs. 1 der Strahlenschutzverordnung eine effektive Jahresdosis oberhalb von 6 mSv, ist die Exposition durch personenbezogene Messungen zu ermitteln.
Dann ist auch eine Anzeige an die zuständige Behörde (nach Landesrecht zuständige Stelle für den Arbeitsschutz, z. B. Gewerbeaufsichtsämter, Landesämter für Arbeitsschutz) erforderlich.

- Bei der Lagerung größerer Mengen (mehr als 10 Pakete) thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden können weitergehende Schutzmaßnahmen notwendig sein, die auch die externe Strahlenexposition berücksichtigen. Abstand ist dabei die effektivste Möglichkeit, die Exposition zu reduzieren. In der Nähe von entsprechenden Lagerplätzen (unterhalb eines halben Meters) sollten keine Dauerarbeitsplätze eingerichtet werden.

Anhang 1

Prinzipskizze „Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)“



- 1 Wolframelektrode
- 2 Schutzgasdüse
- 3 Schweißzusatz
- 4 Werkstück
- 5 Schutzgas
- 6 Lichtbogen
- 7 Schmelzbad
- 8 Schweißgut
- 9 Brenner

Anhang 2

Literatur-Verzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt; siehe auch vorletzten Absatz des Vorworts:

1 **Gesetze/Verordnungen**

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Bekanntmachung der Dosisfaktoren; Bundesanzeiger G 1990; Jhrg. 53; Nummer 160a; vom 28. August 2001

2 **DGUV Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit**

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

- DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln

3 Normen

Bezugsquelle:

Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

- DIN EN ISO 6848:2015-12
Lichtbogenschweißen und -schneiden – Wolframelektrode – Einteilung
- DIN EN 60335-2-69:2015-07
Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wasserdampfsauger für den gewerblichen Gebrauch (IEC 60335-2-69:2012, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60335-2-69:2012
- DIN EN ISO 15012-1:2013-08
Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Prozessen – Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch – Teil 1: Anforderungen an den Abscheidegrad sowie Prüfung und Kennzeichnung des Abscheidegrades

4 Sonstige Publikationen

Bezugsquelle:

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

https://www.ifa-handbuchdigital.de/IFA-HB_510210

- *Th. von der Heyden; T. Hinze; R. Jurkus: Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube*

Bezugsquelle:

*Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse,
Fachbereich Strahlenschutz, Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln*

- *T. Ludwig; D. Schwaß; G. Seitz; H. Siekmann: Intakes of Thorium while using thoriated Tungsten electrodes for TIG welding. Health Physics 77: 462-469; 1999*

Bezugsquelle:

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Genthiner Str. 30 G, 10785 Berlin

- *Ludwig; Schwaß; Seitz; Siekmann; Spiegel-Ciobanu: Freisetzung radioaktiver Stoffe beim WIG-Schweißen mit thoriumhaltigen Elektroden. Die BG; Ausgabe Januar 1997*

Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Internet: www.bghm.de

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0