



BG

Vereinigung der Metall-
Berufsgenossenschaften

BGI 746

BG-Information

**Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden
beim Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)**



Weitere Informationsschriften finden Sie auf der DVD
„Prävention – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz“.

Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgas- schweißen (WIG)

Verantwortlich für den Inhalt:

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Rechtliche Bestimmungen und Regeln der Technik	4
1.1 BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und BG-Regel „Schweißbrauche“ (BGR 220).	4
1.2 Strahlenschutzverordnung	4
1.3 Lüftungstechnische Maßnahmen nach BG-Regel „Schweißbrauche“ (BGR 220) Abschnitt 6.3	6
1.4 DIN EN 26848 „Wolframelektroden für Wolfram-Schutzgasschweißen“	7
2 Gefährdungen	8
2.1 Allgemeine Gefährdungen durch radioaktive Stoffe, speziell durch Thorium	8
2.2 Gefährdungspotenzial beim Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	9
2.3 Gefährdungspotenzial beim Schleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	9
2.4 Gefährdungspotenzial bei kombinierter Tätigkeit	10
2.5 Gefährdungspotenzial bei der Entsorgung von Schleifstäuben und Elektrodenresten	10
2.6 Gefährdungspotenzial bei der Lagerung der thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	10
3 Expositionsabschätzung	11
4 Schutzmaßnahmen	13
4.1 Verwendung thoriumoxidfreier Wolframelektroden	13
4.2 Verwendung thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden	13
5 Erläuterungen zum Strahlenschutz	15
Anhang 1	18
Anhang 2	19

Die vorliegende BG-Information wurde mit Unterstützung des Arbeitskreises „Schadstoffe in der Schweißtechnik“ im Fachausschuss „Metall und Oberflächenbehandlung“ der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit – BGZ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich „Strahlenschutz“ der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik aktualisiert und wird von der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften in neuer Fassung herausgegeben.

Diese BG-Information richtet sich in erster Linie an den Unternehmer und soll ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und ggf. Regeln geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Sie enthält Hinweise zum sicheren Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden für das Wolfram-Inertgasschweißen und beschreibt die notwendigen Schutzmaßnahmen, die ergriffen werden müssen, um mögliche Gefährdungen beim Umgang mit diesen Elektroden auszuschließen oder auf ein vertretbares Maß zu minimieren.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in dieser BG-Information enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er die in der BG-Regel

„Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und der BG-Regel „Schweißrauche“ (BGR 220) geforderten Schutzziele erreicht. Dies gilt jedoch auch für andere als die hier beschriebenen Lösungen, vorausgesetzt, sie erreichen mindestens deren Schutzniveau. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Anmerkung:

Die Unfallverhütungsvorschrift „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (BGV D 1), Ausgabe 2002, wurde Ende 2004 zurückgezogen. Die BGV D 1 wurde überführt in die BG-Regel „Schweißrauche“ (BGR 220) und in die BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) Teil 2, Kap. 2.26.

Diese BG-Regeln – in Zusammenhang mit der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) – geben den Stand der Technik und die aktuelle Rechtslage, auf die die hier genannten Schutzmaßnahmen beruhen, wieder.

1 Rechtliche Bestimmungen und Regeln der Technik

1.1 BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und BG-Regel „Schweißbrauche“ (BGR 220)

Abschnitt 6.1 der BGR 220 „Auswahl von schadstoffarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen“ lautet:

„(6.1.1) Der Arbeitgeber hat unter Beachtung der schweißtechnischen Machbarkeit diejenigen Schweiß-, Schneid- und verwandten Verfahren auszuwählen, bei denen die Freisetzung von Schadstoffen möglichst gering ist.“

„(6.1.5) Beim WIG-Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden enthält der Schweißrauch geringfügige Anteile an radioaktiven Stoffen. Diese sind beim Schweißen mit Gleichstrom wesentlich niedriger als beim Schweißen mit Wechselstrom.“

Abschnitt 6.2 der BGR 220 „Optimierung der Arbeitsbedingungen“ lautet:

„(6.2.2) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Arbeitspositionen eingenommen werden können, bei denen die Einwirkung der entstehenden Schadstoffe auf die Beschäftigten gering ist.“

„(6.2.3) Aus zwingenden technischen Gründen kann von den Absätzen 6.1 und 6.2 abgewichen werden.“

Das WIG-Schweißen mit thoriumoxidfreien Elektroden entspricht dem Verfahren nach Abschnitt 6.1.1 der vorstehend

genannten BGR 220. Thoriumoxidhaltige Wolframelektroden dürfen entsprechend Abschnitt 6.2.3 der BGR 220 nur noch aus zwingenden technischen Gründen verwendet werden. Hierbei sind die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung zu beachten.

1.2 Strahlenschutzverordnung

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen unterliegt der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Die Strahlenschutzverordnung vom 1. August 2001 enthält auch Regelungen zum Schutze 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, so ist vom Unternehmer innerhalb

von sechs Monaten nach Beginn der Arbeiten eine auf den Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Körperdosis durchzuführen (§ 95 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung). Werden die zuvor genannten Arbeitsplätze so verändert, dass höhere Strahlenexpositionen auftreten können, so 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, so 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 gleich, da dies anders nicht zu gewährleisten 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 Dosisermittlungen 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 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, so müssen die betroffenen Personen einen bei der zuständigen Behörde registrierten Strahlenpass haben (§ 95 Abs. 3 Strahlenschutzverordnung).

1.3 Lüftungstechnische Maßnahmen nach BG-Regel „Schweißbrauche“ (BGR 220), Abschnitt 6.3

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

Bild 1-1: Lüftung in Räumen bei Verfahren mit/ohne Zusatzwerkstoff (Auszug aus BGR 220)

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

Im Abschnitt 6.3 der BGR 220 werden in Abhängigkeit von Verfahren und Werkstoffen lüftungstechnische Maßnahmen aufgeführt, die im Regelfall den Forderungen der Gefahrstoffverordnung und der Strahlenschutzverordnung genügen (Bild 1-1).

1.4 DIN EN 26848 „Wolframelektroden für Wolfram- Schutzgasschweißen“

In der Norm werden die verschiedenen Elektroden für das WIG-Schweißen spezifiziert. Die Tabelle in Bild 1-2 gibt die genormten Farbcodierungen der Zündelektroden an:

Bild 1-2: 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
WZ3	0,15 bis 0,50	Zirkondioxid ZrO ₂	braun
WZ8	0,70 bis 0,90	Zirkondioxid ZrO ₂	weiß
WL10	0,90 bis 1,20	Lanthandioxid LaO ₂	schwarz
WC20	1,80 bis 2,20	Cerdioxid CeO ₂	grau
Anmerkung:	In der nachfolgenden Aufstellung sind weitere, jedoch nicht genormte Farbcodierungen wiedergegeben.		
Kurzzeichen	Oxidzusatz % (m/m)	Art des Zusatzes	Kennfarbe
WC10	0,90 bis 1,20	Cerdioxid CeO ₂	rosa
WL20 Witstar	1,80 bis 2,20	Lanthantrioxid La ₂ O ₃	blau
WS2 Witstar	seltene Erden Mischdotierung	Lanthantrioxid La ₂ O ₃ Ytriumtrioxid Y ₂ O ₃	türkis

2 Gefährdungen

2.1 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 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 aufweisen 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.

2.2 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 Dosis ¹⁾ für **nicht beruflich strahlenexponierte Personen bei „Arbeiten“** (also 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).

2.3 Gefährdungspotenzial beim Schleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden

Beim Anschleifen von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden kommt es zu einer Freisetzung radioaktiven Staubes, 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.

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

2.4 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.

2.5 Gefährdungspotenzial bei der Entsorgung von Schleifstäuben und Elektrodenresten

Bei der Entsorgung von Schleifstäuben, insbesondere bei der Reinigung von Absauganlagen, können größere Mengen von thoriumoxidhaltigem Staub aufgewirbelt und eingeatmet werden. Die dadurch bedingte Inkorpora-

tion kann die Exposition beim Anschliff oder beim Schweißen um Größenordnungen übersteigen. Die Entsorgung der Elektrodenreste stellt keine Gefährdung dar.

2.6 Gefährdungspotenzial bei der Lagerung der thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden

Die externe Strahlenexposition durch die Gamma- und Beta-Strahlung bei der Lagerung ist bei geringer Lagermenge (einige Packungen der Elektroden) zu vernachlässigen.

Bei größeren Mengen können dagegen Schutzmaßnahmen durch geeignete Abschirmungen zur Dosisminimierung sinnvoll sein.

3 Expositionsabschätzung

Eine wesentliche Einflussgröße für die Strahlenexposition ist der zeitliche Anteil der Arbeiten, d. h. wie oft werden die Elektroden angeschliffen bzw. wie viel Stunden pro Jahr wird mit den thorierten Elektroden geschweißt. Für eine Abschätzung sind in der Tabelle in Bild 3-1 die Maximalwerte des berufsgenossenschaftlichen Messprogramms aufgeführt. Es sind effektive Dosiswerte, die aus den Aktivitätsbestimmungen in der Atemluft der Schweißer unter Berücksichtigung aller relevanten Nuklide berechnet wurden. Es wurden dabei die Dosisfaktoren aus dem Bundesanzeiger G 1990 Nr. 160 a berücksichtigt.

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 Zugrundelegen der Jahresarbeitszeit des Schweißers 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 Abschnitt 2.1). Die Angaben der Tabelle in Bild 3-1 beziehen sich auf Arbeitsplätze ohne lokale Erfassung/Absaugung.

Eine wirksame Erfassung in Verbindung mit einer lokalen Absaugung kann die Exposition im Mittel um den Faktor 2¹⁾ 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. 3000-mal pro Jahr diese Elektroden an.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$250 \text{ h} \times 0,12 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 1500 \text{ h} \times 8,4 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 3000 \times 0,58 \text{ } \mu\text{Sv} = 14370 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ oder rund } 14,4 \text{ mSv pro Jahr}$$

1) Dieser Faktor beruht auf einer Auswertung von Messdaten aus der Schweißtechnik (Vorschlag des Fachausschusses siehe Anhang 2 Nr. 5).

Bild 3-1: Maximalwerte des berufsgenossenschaftlichen Messprogramms

Arbeiten	mit WT20-Elektroden	mit WT40-Elektroden
Wechselstromschweißen	4,2 $\mu\text{Sv/h}$	8,4 $\mu\text{Sv/h}$
Gleichstromschweißen	0,06 $\mu\text{Sv/h}$	0,12 $\mu\text{Sv/h}$
Anschliff	0,29 $\mu\text{Sv/Anschliff}$	0,58 $\mu\text{Sv/Anschliff}$

Beispiel 2

Ein Schweißer arbeitet ausschließlich mit dem Wechselstromverfahren 1760 Stunden im Jahr, davon die Hälfte seiner Arbeitszeit mit WT20- und die andere Hälfte mit WT40-Elektroden. Er schleift ca. 1000-mal pro Jahr die Elektroden an.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$880 \text{ h} \times 4,2 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 880 \text{ h} \times 8,4 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 500 \times 0,58 \text{ } \mu\text{Sv} + 500 \times 0,29 \text{ } \mu\text{Sv} \\ = 11\,523 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ oder rund } 11,5 \text{ mSv pro Jahr}$$

Beispiel 3

Ein Schweißer verwendet beim Gleichstromverfahren immer WT30-Elektroden. Seine Jahresarbeitszeit beim Schweißen (einschließlich Rüstzeiten) beträgt 1200 Stunden. Er schleift aber nicht nur für sich selbst, sondern auch für seine zahlreichen Kollegen die Elektroden an. Dabei kommt er auf 5 000 Anschliffe pro Jahr. Die WT30-Elektrode liegt hinsichtlich des Thoriumgehaltes genau zwischen der WT20 und der WT40, insofern kann man den Mittelwert der für diese Elektroden ausgewiesenen Werte der Tabelle in Bild 3-1 auf Seite 11 nehmen.

Die mögliche Jahresexposition berechnet sich wie folgt:

$$1200 \text{ h} \times 6,3 \text{ } \mu\text{Sv/h} + 5\,000 \times 0,44 \text{ } \mu\text{Sv} \\ = 9\,760 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ oder rund } 9,8 \text{ mSv pro Jahr}$$

4 Schutzmaßnahmen

Entsprechend den Abschnitten 2 und 3 ergeben sich in Ausfüllung der Gefahrstoffverordnung, der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) Teil 2, Kap. 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ und der BG-Regel „Schweißrauche“ (BGR 220) folgende Schutzmaßnahmen:

4.1 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 26848 genormt. Für die Verwendung thoriumoxidfreier Wolframelektroden sind keine weiteren Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Strahlenschutzverordnung erforderlich.

4.2 Verwendung thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden

- Kann aus zwingenden technischen Gründen nicht auf den Einsatz von thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden verzichtet werden, ist sowohl beim Anschleifen derselben als auch beim Schweißen eine wirksame Erfassung in Verbindung mit einer Absaugung an der Entstehungsstelle (siehe Bild 1-1 auf Seite 6) erforderlich.

Die Absaugung muss zusätzlich den Anforderungen für die Abscheidung von krebserzeugenden Stoffen entsprechen.

Beim Schweißen sind dementsprechende Schweißrauchabsauggeräte zu verwenden, z. B. stationäre Geräte mit Filter der Klasse H 1 oder BGIA-geprüfte mobile Geräte.

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

Die Wirksamkeit von Absaugungen ist beim Schweißen mit Wechselstrom durch Messung der einatembaren Fraktion nach DIN EN 481 an der Person im Atembereich nachzuweisen.

- Die Körperhaltung des Schweißers sollte entsprechend Abschnitt 6.2.2 der BGR 220 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 Staubes 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, so 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 thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden können weitergehende Schutzmaßnahmen notwendig sein, die auch die externe Strahlenexposition berücksichtigen.

5 Erläuterungen zum Strahlenschutz

Im Folgenden werden Strahlenschutz-begriffe in einer vereinfachten Form erläutert, die in dieser BG-Information verwendet werden. 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. Bislang gab es Grenzwerte für die jährliche Aufnahme von Aktivität in den menschlichen Körper. Diese Grenzwerte der Jahresaktivitätszufuhr (GJAZ) 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/m³. Setzt man die Standardatemrate des Menschen von 1,2 m³/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.

Energiereiche 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, Verschlucken), vom Alter der betroffenen Person und von der chemischen Form des inkorporierten Nuklids.

- **Effektive Dosis**

Diese Größe gibt die Wirkung der Strahlenexposition auf den gesamten Menschen an, unter Berücksichtigung, dass die verschiedenen Organe unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit haben. 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 von radioaktiven Stoffen geschehen.

- **Ionisierende Strahlung**

Energiereiche Strahlung, die z. B. aus radioaktiven Stoffen oder aus Röntgen-einrichtungen 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. 2 500 verschiedene Nuklide, von denen ca. 2 200 radioaktiv sind (Radionuklide). Beim 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: $1000 \mu\text{Sv} = 1 \text{ mSv}$
 $1000 \text{ mSv} = 1 \text{ Sv}$

- **Strahlenexposition**

Einwirkung von Strahlung auf den Menschen. Die „Menge“ der Strahleneinwirkung wird als Dosis bezeichnet. Man unterscheidet interne und externe Strahlenexpositionen.

- **Strahlenexposition, interne**

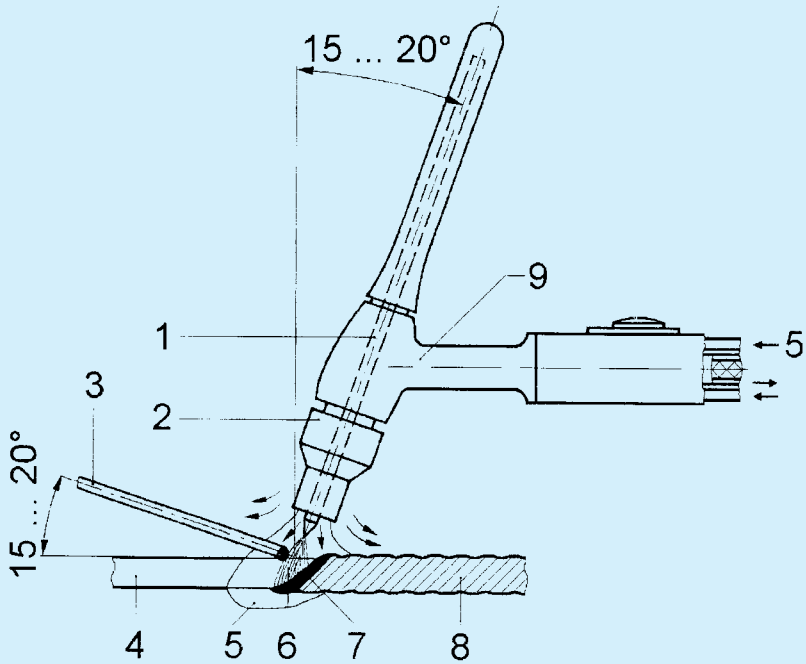
Gelangen radioaktive Stoffe in den menschlichen Körper, so bestrahlen diese den Menschen bzw. Organe und Gewebe von innen. Die so erhaltene Strahlenexposition wird als interne Strahlenexposition bezeichnet.

- **Strahlenexposition, externe**

Wirkt lediglich eine Strahlenquelle (radioaktiver Stoff, Röntgeneinrichtung) von außen auf den Menschen ein, so spricht man von externer Strahlenexposition.

Anhang 1

Prinzipskizze „Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)“



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

Anhang 2

Vorschriften und Regeln

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

1 Gesetze/Verordnungen

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

Bezugsquelle: Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

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

- „Schweißbrauche“ (BGR 220),
- „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500)

Bezugsquelle: zuständige Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

3 Normen

- DIN EN 26848
Wolframelektroden für Wolfram-Schutzgasschweißen und für Plasmaschneiden und -schweißen.

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafstraße 6, 10787 Berlin

4 Handbuch des berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit – BIA, Nr. 510210, DIN EN 335-2-69 Anhang 1

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

5 Sonstige Publikationen

- 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: Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik,
Fachbereich Strahlenschutz, Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln

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

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

- Vorschlag des Fachausschusses „Metall und Oberflächenbehandlung“,
„Sachgebiet Schadstoffe in der Schweißtechnik“
für die Festlegung eines Luftgrenzwertes für Schweißrauche,
Anlage 1 „Auswertung von Messdaten aus der Schweißtechnik“, WIG-Schweißen.

Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd, Fachausschuss
„Metall und Oberflächenbehandlung“, Seligmannallee 4, 30173 Hannover

Zuständigkeitsbereiche der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)



□ Hauptverwaltung und Prävention
 Präventionsdienst/ Außenstelle

- Maschinenbau- und Metall-BG (MMBG)
 Hütten- und Walzwerks-BG (HWBG)
- Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)



Vereinigung der Metall- Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft
40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444 und 545
Internet: www.vmbg.de

11.08

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444

Internet: www.mmbg.de · www.hwbg.de

Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-545

E-Mail: praevention@mmbg.de

Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 **Bielefeld** · Oberntorwall 13/14
Telefon 0521 967047-4
Telefax 0521 96704-99
E-Mail: ad.bielefeld@mmbg.de

06842 **Dessau-Roßlau** · Raguhner Straße 49 b
Telefon 0340 2525-104
Telefax 0340 2525-362
E-Mail: ad.dessau@mmbg.de

44263 **Dortmund** · Semerteichstraße 98
Telefon 0231 4196-128
Telefax 0231 4196-199
E-Mail: ad.dortmund@mmbg.de

01109 **Dresden** · Zur Wetterwarte 27
Telefon 0351 886-3213
Telefax 0351 886-4576
E-Mail: ad.dresden@mmbg.de

40239 **Düsseldorf** · Graf-Recke-Straße 69
Telefon 0211 8224-838
Telefax 0211 8224-844
E-Mail: ad.duesseldorf@mmbg.de

51065 **Köln** · Berg, Gladbacher Straße 3
Telefon 0221 6784-265
Telefax 0221 6784-222
E-Mail: ad.koeln@mmbg.de

04109 **Leipzig** · Elsterstraße 8 a
Telefon 0341 12991-17
Telefax 0341 12991-11
E-Mail: ad.leipzig@mmbg.de

39104 **Magdeburg** · Ernst-Reuter-Allee 45
Telefon 0391 53229-13
Telefax 0391 53229-11
E-Mail: ad.magdeburg@mmbg.de

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)

Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15
Telefon 0800 999 0080-2
Telefax 06131 802-12800

E-Mail: best@bgmet.de
Internet: www.bg-metall.de

Herausgeber:

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Ausgabe 2008 · Druck 02.2009/4.100 · Bestell-Nr. BGI 746

Für Mitglieder anderer Berufsgenossenschaften zu beziehen durch
Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.