

Ersetzt Ausgabe Februar 1993

**Inhalt:**

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Röntgenstrahlen
- 3 Vorschriften und Maßnahmen für die Inbetriebnahme von Elektronenstrahlmaschinen
  - 3.1 Allgemeines
  - 3.2 Unterlagen für das Genehmigungsverfahren
  - 3.3 Strahlenschutzverantwortliche, Strahlenschutzbeauftragte und sonstige Personen
  - 3.4 Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz, Unterweisung
  - 3.5 Prüfung durch einen Sachverständigen
- 4 Maßnahmen beim Betrieb von Elektronenstrahlmaschinen
  - 4.1 Allgemeine Maßnahmen
  - 4.2 Strahlenschutzmaßnahmen
  - 4.3 Kontrollbereich, Überwachungsbereich
- 5 Schrifttum
- 6 Anhang

**1 Anwendungsbereich**

Diese Richtlinie informiert über Maßnahmen zum Schutz vor Röntgenstrahlen an Elektronenstrahlmaschinen zur Materialbearbeitung insbesondere zum Schweißen, Bohren, Härten und Umschmelzen metallischer Werkstoffe. Außerdem weist die Richtlinie auf die Verantwortung, Ausbildung und den Schutz des Bedien-, Wartungs- und Instandsetzungspersonals hin. Grundlagen der folgenden Ausführungen sind die Röntgenverordnung (RöV) vom 30.4.2003 und die Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik) des Bundesministeriums für Umwelt aus dem Jahr 2003. Die vorliegende Richtlinie DVS 3205 stellt eine Zusammenfassung der für EB-Bearbeitungsmaschinen relevanten Bestimmungen dar und enthält keine über diese Unterlagen hinausgehenden Festlegungen.

**2 Röntgenstrahlen**

Bei der Materialbearbeitung mit Elektronenstrahlen dringen hochbeschleunigte Elektronen in den Werkstoff ein und geben den größten Teil ihrer kinetischen Energie in Form von Wärme ab. Die Restenergie entfällt anteilig auf rückgestreute, durchdringende oder sekundäre Elektronen und auf eine physikalisch unvermeidliche Röntgenstrahlung, bei der zwei Anteile zu unterscheiden sind: Die eindringenden Elektronen rufen einerseits Veränderungen an den Elektronenhüllen der Werkstoffatome hervor und lösen eine Röntgenstrahlung mit den Bindungsenergien zugeordneten charakteristischen Wellenlängen aus; diese sogenannte charakteristische Röntgenstrahlung hat einen geringen Anteil an der gesamten Strahlungsenergie. Der wesentlich größere Teil an Röntgenstrahlungsenergie entsteht andererseits, wenn die eindringenden Elektronen in der Nähe positiv geladener

Atomkerne aus ihrer Bahn gelenkt werden und kinetische Energie verlieren; dieser Energieanteil wandelt sich in die sogenannte Bremsstrahlung um. Die Röntgenbremsstrahlung ist durch ein kontinuierliches Wellenlängenspektrum gekennzeichnet, dessen kurzwellige Grenze von der Beschleunigungsspannung abhängt: Je höher die Beschleunigungsspannung, desto kurzwelliger (härter, durchdringender) ist die Röntgenstrahlung. Die diskreten Wellenlängen der charakteristischen Röntgenstrahlung sind bestimmt durch die Energieniveaus der von den Strahlenelektronen angeregten Werkstoffatome, das heißt von deren Ordnungszahl.

Die Röntgenstrahlung ist wie auch Teilchen- und andere Wellenstrahlungen biologisch wirksam und für den Menschen schädlich. Da sich bei der Elektronenstrahl-Materialbearbeitung das Entstehen von Röntgenstrahlen nicht vermeiden lässt, wird eine Reihe von Maßnahmen ergriffen, um die Intensität der Belastung für den Menschen auf einen dem Minimierungsgebot für die Strahlungsexposition (RöV § 2c) entsprechenden Wert zu reduzieren, der zum Beispiel für Störstrahler in der Ortsdosisleistung 1 µSv/h nicht überschreiten darf.

Bei diesen Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass die Gefahren durch Röntgenstrahlung verglichen werden müssen mit der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen aus der Umwelt. Zu den natürlichen Strahlquellen zählen die kosmische Strahlung, die Erdstrahlung aus radioaktiven Stoffen in Gesteinen bzw. Gebäuden und die Einlagerung radioaktiver Stoffe im menschlichen Körper durch Atmung und Nahrung. Die natürliche Strahlenbelastung unterliegt örtlichen und zeitlichen Schwankungen. Im Gegensatz zu dieser permanenten Strahlung entstehen bei der Materialbearbeitung nach dem Abschalten des Elektronenstrahls keine Röntgenstrahlen mehr.

**3 Vorschriften und Maßnahmen für die Inbetriebnahme von Elektronenstrahlmaschinen****3.1 Allgemeines**

Der Betrieb einer Elektronenstrahlmaschine zur Materialbearbeitung unterliegt der Röntgenverordnung (RöV) vom 30.4.2003. Nach den in der RöV § 2 Abs. 18 enthaltenen Begriffsbestimmungen sind diese Elektronenstrahlmaschinen als Störstrahler einzuordnen. Unter Störstrahler versteht man Geräte oder Einrichtungen, die Röntgenstrahlen erzeugen, ohne dass sie (im Gegensatz zu Röntgeneinrichtungen) zu diesem Zweck betrieben werden.

Nach § 5 Abs. 1 der RöV bedarf der Betrieb eines Störstrahlers grundsätzlich einer Genehmigung. Er ist nur dann genehmigungsfrei, wenn (Abs. 2) die Beschleunigungsspannung  $U_B < 30$  kV ist (was bei Elektronenstrahlmaschinen selten zutrifft) und die Ortsdosisleistung in 0,1 m Abstand von jeder berührbaren Oberfläche den Wert von 1 µSv/h nicht überschreitet und (Abs. 3) der Störstrahler eine Bauartzulassung besitzt (was bei Sondermaschinen zur EB-Materialbearbeitung ebenfalls kaum auftritt).

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Strahlschweißen“