

Werkstoffprüfung

Verfahren zur Bestrahlung mit energiereichen Strahlen

DIN

53 750

Testing of materials; methods for exposure to high energy radiation

Bearbeitet vom DNA/VDE-Gemeinschaftsausschuß 4.68 „Verhalten von Isolierstoffen gegenüber energiereicher Strahlung“

1. Zweck und Anwendung

Diese Norm dient dazu, Verfahren für die Bestrahlung von nichtmetallischen Stoffen, insbesondere auch bei ihrer Anwendung als elektrische Isolierstoffe, mit energiereichen Strahlen festzulegen. Die Bestrahlungsverfahren sollen angewandt werden, wenn nichtmetallische Stoffe auf ihr Verhalten gegenüber energiereichen Strahlen untersucht werden sollen, insbesondere aber, wenn ihre Beständigkeit gegenüber energiereichen Strahlen geprüft werden soll.

Energiedosis und Energiedosisleistung, Form und Abmessungen der Proben und die Prüfverfahren zur Bestimmung der durch die Bestrahlung bewirkten physikalischen und chemischen Änderungen im nichtmetallischen Stoff während und nach der Bestrahlung müssen vereinbart werden. Diese Änderungen können durch Verwendung angemessener Proben und Prüfverfahren bestimmt werden.

Die Norm ist anwendbar für die Bestrahlung mit Gamma- und Röntgen-Strahlen
Beta- und Elektronen-Strahlen
Protonen-Strahlen
Neutronen-Strahlen

und Kombinationen dieser Strahlen, wie sie z. B. in Reaktoren auftreten, für Bestrahlung unter normalen Bedingungen (siehe Abschnitt 7.1) und für Bestrahlung unter besonderen Bedingungen (siehe Abschnitt 7.2), z. B. Änderung einer Variablen wie Temperatur oder Druck oder gleichzeitiger Änderung mehrerer Variablen.

2. Begriffe¹⁾

2.1. Energiedosis

Die Energiedosis D ist der Quotient aus der durch ionisierende Strahlung auf die Masse dm übertragenen Energie dW_D und der Masse dm im Volumenelement dV

$$D = \frac{dW_D}{dm}$$

wobei $dm = \rho dV$ (ρ : Dichte) ist.

2.2. Energiedosisleistung

Die Energiedosisleistung $\dot{D}$ ist die Energiedosis pro Zeitintervall.

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

¹⁾ Begriffe und Benennungen der radiologischen Technik, Dosisgrößen und Dosiseinheiten siehe DIN 6814 Blatt 3 (z. Z. noch Entwurf)

2.3. Einheiten

Einheit der Energiedosis ist Rad (rd) oder Kilorad (krd) oder Megarad (Mrd). Einheit der Zeit bei Angabe von Energiedosisleistung ist Sekunde (s), Minute (min) oder Stunde (h).

Anmerkung: $1 \text{ Mrd} = 10^3 \text{ krd} = 10^6 \text{ rd}$; als Si-Einheit ist $1 \text{ rd} = 0,01 \text{ J/kg}$.

3. Energiedosismessung

Das Verfahren der Energiedosismessung ist freigestellt. Jedoch sollen die absoluten Fehler der Energiedosisbestimmung bei Bestrahlung mit:

Röntgen- oder Gamma-Strahlen	$\pm 10 \%$
Elektronen- oder Beta-Strahlen	$\pm 10 \%$
Protonen-Strahlen	$\pm 10 \%$
Reaktor-Strahlung	$\pm 50 \%$

nicht überschreiten (siehe auch Erläuterungen).

Die Art und die Energie der Strahlung, das Energiespektrum des Strahlenfeldes sowie die Energiedosis und die Energiedosisleistung sind im Prüfbericht anzugeben.

4. Form und Abmessungen der Proben

Da die Wirkung der Bestrahlung von Form und Abmessungen der Probe abhängen kann, sind diese zu vereinbaren. Die anschließende Prüfung der Proben sollte jedoch mit Probekörpern nach den einschlägigen Normen vorgenommen werden. Bei einer eventuell notwendigen Probenahme aus großen bestrahlten Probestücken sind Lage und Richtung der Probe im Probestück (z. B. längs, quer) anzugeben.

5. Vorbehandlung der Proben

5.1. Proben, die in Luft bei Raumtemperatur bestrahlt werden sollen, sind vorher mindestens so lange in einem Normklima nach DIN 50 014²⁾ zu lagern, bis annähernd Gleichgewicht mit dem Umgebungsklima eingetreten ist.

5.2. Proben, die unter besonderen physikalischen und/oder chemischen Bedingungen bestrahlt werden sollen, müssen mindestens so lange vor der Bestrahlung den während der Bestrahlung herrschenden Bedingungen ausgesetzt werden, bis annähernd Gleichgewicht der Probe damit eingetreten ist.

²⁾ Eine Abweichung der relativen Luftfeuchte von $\pm 5 \%$ statt $\pm 3 \%$ ist zulässig.

Fortsetzung Seite 2 und 3
Erläuterungen Seite 3

Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Fachnormenausschuß Materialprüfung im DNA

Fachnormenausschuß Radiologie im DNA

Fachnormenausschuß Kerntechnik im DNA

6. Vergleichsproben

Unbestrahlte Vergleichsproben müssen in gleicher Weise aus gleichen Probestücken entnommen und der gleichen Vor- und Nachbehandlung (siehe Abschnitt 5.1, 5.2 und 8) unterworfen werden. Soweit die bestrahlten Proben während der Bestrahlung besonderen physikalischen und/oder chemischen Bedingungen ausgesetzt sind (z. B. Temperatur, Druck, Medium) müssen auch die unbestrahlten Vergleichsproben über gleiche Zeitspannen den gleichen Bedingungen unterworfen werden. Wenn ein Vergleich zwischen unbehandelten Proben und behandelten und bestrahlten Proben interessiert, ist dies zu vereinbaren.

7. Bestrahlung

Die Bestrahlung ist so durchzuführen (gegebenenfalls durch Filterverfahren oder durch Bestrahlung von mehreren Seiten), daß die Energiedosis an keiner Stelle der Probe, die Energiedosisleistung zu keinem Zeitpunkt und an keiner Stelle der Probe um mehr als $\pm 15\%$ von den vereinbarten Werten abweichen. Wenn die Bestrahlung mit einer Anlage durchgeführt wird, deren Strahlungsfeld sich nicht gleichmäßig über die ganze Probe erstreckt, müssen die Proben durch das Strahlungsfeld mit konstanter Geschwindigkeit hindurchgefahren werden. Dabei soll das Verhältnis von Bestrahlungszeit zur Nichtbestrahlungszeit während der gesamten Bestrahlung konstant bleiben. Das Verhältnis ist im Bericht anzugeben. Die Temperatur der Probe ist auf ± 5 grad konstant zu halten.

7.1. Bestrahlung unter normalen Bedingungen

7.1.1. Nach der Vorbehandlung nach Abschnitt 5.1 werden die zu bestrahlenden Proben so angeordnet, daß freier Luftzutritt von allen Seiten sichergestellt ist. Dabei ist darauf zu achten, daß Bestrahlungsprodukte der umgebenden Atmosphäre (z. B. Ozon) die Proben nicht beeinflussen können.

Soweit das Bestrahlungsklima vom gewählten Normalklima (siehe Abschnitt 5.1) abweicht, so ist dies anzugeben.

Anmerkung: Sich bildendes Ozon kann z. B. chemisch gebunden oder abgesaugt werden.

7.1.2. Die Proben sind in das Strahlungsfeld zu bringen und nur bis zu einer bestimmten Energiedosis zu bestrahlen. Für jede andere Energiedosis muß eine neue in gleicher Weise vorbehandelte Probe bestrahlt werden.

7.2. Bestrahlung unter besonderen Bedingungen

Jede Bestrahlung, die nicht nach Abschnitt 7.1 durchgeführt wird, ist als Bestrahlung unter besonderen Bedingungen anzusehen. Die Proben werden nach Abschnitt 5.2 vorbehandelt.

7.2.1. Wenn die Proben unter normalen Bedingungen bestrahlt werden sollen, die Art der Strahlungsquelle (z. B. Reaktor) aber verlangt, daß die Proben in einem geschlossenen Behälter zu bestrahlen sind, sollen diese im gewählten Normalklima (siehe Abschnitt 5.1) in den Behälter gebracht werden. Im allgemeinen werden durch die Bestrahlung die Verhältnisse im Behälter (insbesondere Druck und chemische Zusammensetzung) geändert. Deshalb ist im Bericht anzugeben, daß in einem Behälter bestrahlt wurde, aus welchem Werkstoff dieser bestand und welches Volumenverhältnis von Probe zur Luft im Behälter zu Versuchsbeginn bestand.

Anmerkung: Da Bestrahlungen im luftgefüllten Behälter immer etwas undefinierte Ergebnisse bringen, erscheint es zweckmäßig, bei Bestrahlung im Behälter

grundsätzlich unter Inertgas (z. B. Stickstoff) oder im Vakuum zu arbeiten. Der mögliche Druckaufbau durch Erwärmen oder Zersetzung der Proben muß bei der Konstruktion des Behälters berücksichtigt werden.

7.2.2. Bei Bestrahlung bei Temperaturen unterhalb oder oberhalb Raumtemperatur (siehe DIN 50 014) muß die Temperatur der Proben an einer gleichartigen und unter gleichen Bedingungen bestrahlten Blindprobe (wenn nötig in einem Vorversuch) bestimmt werden. Die Temperatur der Proben während der Bestrahlung ist auf ± 5 grad konstant zu halten.

Anmerkung: In der Nähe von „Umwandlungstemperaturen“ (z. B. Einfrier- oder Schmelztemperatur) sollte die Temperatur-Konstanz entsprechend besser sein.

7.2.3. Bestrahlungen unter anderem Druck als Normaldruck (z. B. Vakuum) können in abgeschlossenen Behältern (siehe Abschnitt 7.2.1) oder unter Aufrechterhaltung des Druckes (z. B. laufendes Evakuieren während der Bestrahlung) durchgeführt werden. Der Druck und das gewählte Verfahren sind im Bericht anzugeben.

7.2.4. Bestrahlungen in Anwesenheit anderer Gase können ebenfalls in abgeschlossenen Behältern (siehe Abschnitt 7.2.1) oder in strömendem Gas durchgeführt werden. Die für die Bestrahlung gewählte Atmosphäre und das Verfahren sind im Bericht anzugeben.

7.2.5. Werden Proben in Flüssigkeiten bestrahlt, so ist dafür zu sorgen, daß die Proben während der gesamten Bestrahlungsdauer vollständig von Flüssigkeit umgeben sind. Es ist im Bericht anzugeben, ob und wie die Flüssigkeit während der Bestrahlung gerührt wurde oder ob sie strömte.

7.2.6. Bei Kombination von zwei oder mehreren der besonderen Bestrahlungsbedingungen ist sinngemäß nach Abschnitt 7.2.2 bis 7.2.5 zu verfahren. Abweichungen von den angegebenen Verfahren sind in jedem Falle im Bericht genau zu beschreiben (z. B. während der Bestrahlung: Beanspruchung, Belichtung, Elektrisches Feld).

8. Nachbehandlung

Nach der Bestrahlung sind die Proben unabhängig von den gewählten Bestrahlungsbedingungen (siehe Abschnitt 7) 48 bis 72 Stunden lang in einem Normalklima nach DIN 50 014²⁾ zu lagern. Unmittelbar danach sind die Proben entsprechend der beabsichtigten Prüfungen weiter zu behandeln.

Wenn nach einer Reaktorbestrahlung mit einer Aktivität der Proben gerechnet werden muß, ist sie zu messen. Bei der Weiterbehandlung und Weitergabe (Versand) der Proben sind die Vorschriften der „1. Strahlenschutzverordnung“ zu beachten³⁾.

Sollte die Lagerung in einem Normalklima nicht möglich sein (z. B. bei Postversand), ist die dann gewählte Lagerung im Bericht anzugeben.

In vielen Fällen können bei Lagerung in einem Normalklima (durch Lufteinfluß) Nachreaktionen eintreten. Diese können durch eine entsprechende Behandlung der Proben unmittelbar nach der Bestrahlung vermieden werden. Wird eine solche Behandlung durchgeführt, ist diese im Bericht eingehend zu beschreiben.

²⁾ Siehe Seite 2

³⁾ „Erste Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Strahlen radioaktiver Stoffe“ vom 15. Oktober 1965; veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Nr. 63, Seite 1653, am 22. Oktober 1965.