

# DIN 25435-7:2021-06 (D)

## Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren - Teil 7: Durchstrahlungsprüfung

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Vorwort .....  | 5     |
| 1 Anwendungsbereich.....   | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 6     |
| 3 Begriffe, Formelzeichen und Abkürzungen .....                          | 8     |
| 3.1 Begriffe .....   | 8     |
| 3.2 Formelzeichen und Abkürzungen.....                                   | 11    |
| 4 Prüftechniken.....   | 13    |
| 4.1 Vorbemerkung .....   | 13    |
| 4.2 Allgemeines.....   | 13    |
| 4.3 Aufnahmeanordnungen .....  | 13    |
| 4.4 Kontrollverfahren .....  | 17    |
| 4.4.1 Bildgüte .....   | 17    |
| 4.4.2 Position der Strahlenquelle und Markierung des Prüfbereiches ..... | 18    |
| 4.5 Auswerteverfahren.....   | 18    |
| 4.5.1 Allgemeines.....   | 18    |
| 4.5.2 Auswertung am Betrachtungsgerät.....                               | 18    |
| 4.5.3 Auswertung mit Bildverarbeitungssystem .....                       | 19    |
| 5 Anforderungen.....   | 21    |
| 5.1 Prüfpersonal .....   | 21    |
| 5.2 Prüfgegenstand und Prüfbereich .....                                 | 22    |
| 5.2.1 Prüfgegenstand .....   | 22    |
| 5.2.2 Prüfbereich.....   | 22    |
| 5.3 Strahlenquellen.....   | 22    |
| 5.3.1 Allgemeines .....  | 22    |
| 5.3.2 Röntgenanlagen .....   | 22    |
| 5.3.3 Gammastrahler .....  | 23    |
| 5.4 Filmsystem .....   | 23    |
| 5.5 Auswertetechnik .....  | 23    |
| 5.5.1 Betrachtungsgerät .....  | 23    |
| 5.5.2 Systeme der digitalen Radiographie .....                           | 23    |
| 5.5.3 Bildverarbeitungssysteme .....                                     | 24    |
| 5.6 Datenträger .....  | 24    |
| 6 Standardprüfanweisung und Prüfspezifikation.....                       | 24    |
| 7 Prüfung .....  | 25    |
| 7.1 Vorbereitung.....  | 25    |
| 7.1.1 Allgemeines.....   | 25    |
| 7.1.2 Überprüfung der Ausrüstung .....                                   | 26    |
| 7.1.3 Referenzaufnahme für Filmradiographie .....                        | 27    |
| 7.1.4 Überprüfung der Scanner zur Filmdigitalisierung .....              | 27    |
| 7.1.5 Überprüfung der Systeme der digitalen Radiographie .....           | 27    |
| 7.1.6 Referenzaufnahme für digitale Radiographie.....                    | 27    |
| 7.2 Durchführung .....   | 28    |
| 7.2.1 Film-Radiographie .....  | 28    |
| 7.2.2 Digitale Radiographie .....  | 29    |

|                       |   |    |
|-----------------------|---|----|
| 7.3                   | Abschließende Maßnahmen.....  | 30 |
| 7.4                   | Auswertung.....   | 31 |
| 7.4.1                 | Überprüfung der Angaben im Prüfbericht.....   | 31 |
| 7.4.2                 | Auswertung am Betrachtungsgerät.....  | 31 |
| 7.4.3                 | Auswertung mit Bildverarbeitungssystem.....   | 31 |
| 7.4.4                 | Bewertung von Anzeigen.....   | 32 |
| 7.4.5                 | Maßnahmen bei nicht eindeutiger Bewertung von Anzeigen.....   | 32 |
| 8                     | Protokollierung.....  | 32 |
| 8.1                   | Allgemeines.....  | 32 |
| 8.2                   | Kontrollblatt der Filmverarbeitung.....   | 33 |
| 8.3                   | Prüfprotokoll und Prüfbericht.....  | 33 |
| 8.4                   | Prüfbericht über die Auswertung mit dem Bildverarbeitungssystem.....  | 34 |
| 8.5                   | Befundprotokoll.....  | 34 |
| Anhang A (normativ)   | Positionsprüfkörper.....  | 35 |
| A.1                   | Verwendung von Maßbändern mit Positionsprüfkörpern.....   | 35 |
| A.2                   | Aufbau der Positionsprüfkörper.....   | 37 |
| A.3                   | Auswertung der Positionierung der Strahlenquelle für ebene Prüfgegenstände.....   | 38 |
| A.4                   | Auswertung der Positionierung der Strahlenquelle mit Schablonen für<br>Rundschweißnähte (zylindrische Prüfgegenstände)..... | 38 |
| Anhang B (normativ)   | Kontrollblatt für Filmverarbeitungskontrolle.....   | 41 |
| Anhang C (normativ)   | Referenz-Aufnahme zur Qualifizierung der Prüfausrüstung,<br>Aufnahmeanordnung und Belichtungsbedingungen.....               | 42 |
| Anhang D (informativ) | Befundprotokoll.....  | 46 |
| Anhang E (informativ) | Koordinatensystem an Schweißnähten.....   | 47 |
| Anhang F (informativ) | Kontrollblatt zur Prüfvorbereitung.....   | 48 |
| Literaturhinweise     | .....   | 50 |

## Bilder

|        |   |    |
|--------|---|----|
| Bild 1 | — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) mit Film oder flexibler Speicherfolie zur Prüfung der detektornahen Wand (Senkrechtdurchstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre..... | 14 |
| Bild 2 | — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) zur Prüfung der detektornahen Wand mit digitalem Detektor oder Kassette (Senkrechtdurchstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre.....  | 15 |
| Bild 3 | — Mindestanzahl der Teilaufnahmen $N$ bei Durchstrahlung von innen nach außen sowie Doppelwanddurchstrahlung in Abhängigkeit vom Verhältnis Rohraußendurchmesser $D_a$ zum $FDA$ und dem maximalen Verzerrungswinkel $\beta$ .....                                  | 16 |
| Bild 4 | — Mindestanzahl der Teilaufnahmen $N$ bei einwandiger Durchstrahlung von außen nach innen in Abhängigkeit vom Verhältnis Rohraußendurchmesser $D_a$ zum Abstand $f$ und dem maximalen Verzerrungswinkel $\beta$ .....   | 17 |
| Bild 5 | — Beispiel eines Testbildes für den Test der Minimalanforderungen an den Monitor.....   | 20 |
| Bild 6 | — Maximale Röhrenspannung von Röntgenstrahlern für Stahl in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke.....  | 29 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Bild A.1 — Maßband mit integrierten Bleizahlen zur Markierung des Prüfbereiches und mit Positionsprüfkörpern zur Überprüfung der Position der Strahlenquelle .....</b>  | <b>35</b> |
| <b>Bild A.2 — Zulässigkeitsgrenze für die Position der Strahlenquelle nach Bild 1 und Bild 2 .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>Bild A.3 — Prinzipieller Aufbau des Positionsprüfkörpers (BAM-Schnecke) .....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Bild A.4 — Bestimmung des Punktes des senkrecht einfallenden Zentralstrahls auf den Durchstrahlungsbildern ebener Prüfgegenstände .....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Bild A.5 — Beispiel für eine Auswerteschablone zur Bestimmung des Abstandes A' nach Bild A.6 .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>Bild A.6 — Beispiel für die Auswertung des Durchstrahlungsbildes von Maßbändern mit Positionsprüfkörpern. Diese erfolgt durch Auflegen der Schablone. Hier wurde der Senkrechteinstrahlpunkt des Zentralstrahls 30 mm unterhalb des Positionsprüfkörpers zu Position 25 bestimmt.....</b> | <b>40</b> |
| <b>Bild C.1 — Beispiel für die Anordnung der Bildgüteprüfkörper auf der ersten Stahlplatte zur Erstellung einer Referenzaufnahme.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>Bild C.2 — Ausschnitt aus Bild C.1 .....</b>  | <b>44</b> |
| <b>Bild C.3 — Beispiel für eine Referenzaufnahme mit vier Bildgüteprüfkörpern.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Bild E.1 — Koordinatensystem an Schweißnähten.....</b>  | <b>47</b> |
| <br><b>Tabellen</b>  |           |
| <b>Tabelle 1 — Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>Tabelle 2 — Anforderungen an das Prüfpersonal.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>Tabelle A.1 — Maße und Einsatzbereiche der Positionsprüfkörper.....</b>   | <b>37</b> |