# E DIN EN ISO 13160:2026-08 (D/E)

**Erscheinungsdatum: 2026-07-24**

## Wasserbeschaffenheit - Strontium-90 und Strontium-89 - Verfahren mittels Flüssigszintillationszählung oder Proportionalzählung (ISO/DIS 13160:2026); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13160:2026

## Water quality - Strontium 90 and strontium 89 - Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting (ISO/DIS 13160:2026); German and English version prEN ISO 13160:2026

## Inhalt

**Seite**


**Europäisches Vorwort** ... 8

**Vorwort** ... 9

**Einleitung** ... 10

**1 Anwendungsbereich** ... 12

**2 Normative Verweisungen** ... 12

**3 Begriffe und Symbole und Abkürzungen** ... 13
**3.1 Begriffe** ... 13
**3.2 Symbole** ... 13

**4 Grundlage des Verfahrens** ... 14
**4.1 Allgemeines** ... 14
**4.2 Chemische Trennung** ... 14
**4.3 Detektion** ... 15

**5 Chemische Reagenzien und Geräte** ... 15

**6 Durchführung** ... 15
**6.1 Probenvorbereitung** ... 15
**6.2 Chemische Trennung** ... 16
**6.2.1 Allgemeines** ... 16
**6.2.2 Trennverfahren** ... 16
**6.2.3 Flüssig-Flüssig-Extraktionsverfahren** ... 17
**6.2.4 Chromatographisches Verfahren** ... 17
**6.3 Vorbereitung der Prüfprobe** ... 17
**6.3.1 Vorbereitung der Prüfprobe für den Flüssigszintillationszähler** ... 17
**6.3.2 Vorbereitung der Prüfprobe für den Proportionalzähler** ... 18
**6.4 Messung** ... 18
**6.4.1 Allgemeines** ... 18
**6.4.2 Flüssigszintillationszähler** ... 18
**6.4.3 Proportionalzähler** ... 19
**6.4.4 Berechnung der Zählausbeute** ... 19
**6.4.5 Bestimmung der chemischen Ausbeute** ... 19

**7 Angabe der Ergebnisse** ... 20
**7.1 Bestimmung von $^{90}$Sr im radioaktiven Gleichgewicht mit $^{90}$Y** ... 20
**7.1.1 Berechnung der Aktivitätskonzentration** ... 20
**7.1.2 Standardunsicherheit** ... 21
**7.1.3 Erkennungsgrenze** ... 22
**7.1.4 Nachweisgrenze** ... 22
**7.2 Bestimmung von $^{90}$Sr durch Trennung von $^{90}$Y** ... 23
**7.2.1 Berechnung der Aktivitätskonzentration** ... 23
**7.2.2 Standardunsicherheit** ... 23
**7.2.3 Erkennungsgrenze** ... 24
**7.2.4 Nachweisgrenze** ... 24

7.3 Bestimmung von $^{90}$Sr bei Vorhandensein von $^{89}$Sr, wenn $^{90}$Sr mit $^{90}$Y im Gleichgewicht ist ..... 25
7.3.1 Berechnung der Aktivitätskonzentration ..... 25
7.3.2 Standardunsicherheit ..... 26
7.3.3 Erkennungsgrenze ..... 27
7.3.4 Nachweisgrenze ..... 28

8 Grenzen der Überdeckungsintervalle ..... 28
8.1 Grenzen des probabilistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls ..... 28
8.2 Grenzen des kürzesten Überdeckungsintervalls ..... 29

9 Qualitätskontrolle ..... 29

10 Analysenbericht ..... 29

Anhang A (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr und $^{89}$Sr durch Fällung und Proportionalzählung ..... 31
A.1 Grundlage des Verfahrens ..... 31
A.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 31
A.2.1 Chemische Reagenzien ..... 31
A.2.2 Geräte ..... 32
A.3 Durchführung ..... 32
A.3.1 Probenvorbereitung ..... 32
A.3.2 Trennung von Alkalimetallen ..... 32
A.3.3 Trennung von Calcium ..... 33
A.3.4 Trennung von Barium, Radium und Blei ..... 33
A.3.5 Trennung von Yttrium ..... 33
A.3.6 Vorbereitung der mittels Proportionalzählrohr zu messenden Quellen ..... 34

Anhang B (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr und $^{89}$Sr durch Fällung und Flüssigszintillationszählung ..... 35
B.1 Grundlage des Verfahrens ..... 35
B.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 35
B.2.1 Chemische Reagenzien ..... 35
B.2.2 Geräte ..... 36
B.3 Durchführung ..... 36
B.3.1 Einleitung ..... 36
B.3.2 Trennung von Alkalimetallen ..... 36
B.3.3 Trennung von Calcium ..... 37
B.3.4 Trennung von Barium, Radium und Blei ..... 37
B.3.5 Trennung von Spaltprodukten und Yttrium ..... 38
B.3.6 Strontium-Reinigung ..... 38
B.3.7 Vorbereitung der mittels LSC zu messenden Quellen ..... 38

Anhang C (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr aus seinem Zerfallsprodukt $^{90}$Y im Gleichgewicht durch organische Extraktion und Flüssigszintillationszählung ..... 39
C.1 Grundlage des Verfahrens ..... 39
C.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 39
C.2.1 Chemische Reagenzien ..... 39
C.2.2 Geräte ..... 39
C.3 Durchführung ..... 40
C.3.1 Chemische Trennung von Yttrium ..... 40
C.3.2 Vorbereitung der zu messenden Quelle ..... 41

Anhang D (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr nach der Ionenaustauschtrennung mittels Proportionalzählung ..... 42
D.1 Grundlage des Verfahrens ..... 42
D.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 42
D.2.1 Chemische Reagenzien ..... 42
D.2.2 Geräte ..... 42
D.3 Durchführung ..... 43
D.3.1 Strontium-Komplexierung ..... 43
D.3.2 Strontium-Extraktion ..... 43
D.3.3 Strontium-Fällung ..... 44
D.3.4 Vorbereitung der mittels Proportionalzählrohr zu messenden Quellen ..... 44

**Anhang E (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr nach Trennung auf einem Extraktionsharz für Strontium auf Kronenetherbasis und Flüssigszintillationszählung ..... 45**
**E.1 Grundlage des Verfahrens ..... 45**
**E.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 45**
**E.2.1 Chemische Reagenzien ..... 45**
**E.2.2 Geräte ..... 46**
**E.3 Durchführung ..... 46**
**E.3.1 Konzentration der Probe ..... 46**
**E.3.2 Vorbereitung der Säule ..... 46**
**E.3.3 Strontium-Absorption ..... 46**
**E.3.4 Strontium-Extraktion ..... 47**
**E.3.5 Vorbereitung der mittels Flüssigkeitsszintillationszähler zu messenden Quellen ..... 47**

**Anhang F (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr aus seinem Zerfallsprodukt $^{90}$Y im Gleichgewicht durch organische Extraktion und Proportionalzählung und Flüssigszintillationszählung ..... 48**
**F.1 Grundlage des Verfahrens ..... 48**
**F.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 48**
**F.2.1 Chemische Reagenzien ..... 48**
**F.2.2 Geräte ..... 49**
**F.3 Durchführung ..... 49**
**F.3.1 Chemische Trennung von Yttrium ..... 49**
**F.3.2 Vorbereitung der Quelle ..... 50**
**F.4 Zählung ..... 51**
**F.5 Störungen ..... 51**

**Anhang G (informativ) Bestimmung von $^{90}$Sr aus seinem Folgeprodukt $^{90}$Y im Gleichgewicht mit dem spezifischen Octyldiglycolamidharz und Flüssigszintillationszählung ..... 52**
**G.1 Grundlage des Verfahrens ..... 52**
**G.2 Chemische Reagenzien und Geräte ..... 52**
**G.2.1 Chemische Reagenzien ..... 52**
**G.2.2 Geräte ..... 53**
**G.3 Durchführung ..... 53**
**G.3.1 Probenvorbereitung ..... 53**
**G.3.2 Vorbereitung der Säule ..... 53**
**G.3.3 Probenbefüllung und chemische Trennung von Y ..... 53**
**G.3.4 Y-Extraktion ..... 54**
**G.3.5 Vorbereitung der Quelle zur Messung mittels LSC ..... 54**
**G.3.6 Bestimmung der Y-Wiederfindungsrate ..... 54**
**G.3.7 LSC-Messung ..... 54**
**G.4 Beispiel ..... 54**

**Anhang H (informativ) Korrekturfaktor $^{90}$Sr zur Reinheitsprüfung mittels Proportionalzählung ..... 56**

**Literaturhinweise ..... 59**

# Bilder

**Bild H.1 — $^{90}$Y-Einwuchsaktivität $A$ als Funktion der Zeit $t$ nach der chemischen Trennung ..... 57**

**Bild H.2 — Überlagerung der Versuchsdaten und der theoretischen Daten nach der Bateman-Gleichung ..... 57**

**Bild H.3 — Korrekturfaktor $\xi$ als Funktion der Zeit $t$, angepasst mithilfe einer doppelten Exponentialfunktion ..... 58**

# Tabellen

**Tabelle 1** ..... **13**

**Tabelle 2 — Halbwertszeiten, maximale Energien und durchschnittliche Energien von $^{90}$Sr, $^{90}$Y und $^{89}$Sr [9]** ..... **14**

**Tabelle 3 — Bestimmungsverfahren für radioaktives Sr in Abhängigkeit von seiner Herkunft** ..... **16**

**Tabelle F.1 — Mindestvolumen von Reagenzien in Abhängigkeit vom Probenvolumen** ..... **51**