DIN EN ISO 3884:2025-10 (D)

Feste Sekundärbrennstoffe - Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Elementen (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Si, Ti, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn) (ISO 3884:2025); Deutsche Fassung EN ISO 3884:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 11

Vorwort ... 12

Einleitung ... 13

1 Anwendungsbereich ... 14

2 Normative Verweisungen ... 15

3 Begriffe ... 15

4 Symbole und Abkürzungen ... 15

5 Sicherheitshinweise ... 18

6 Kurzbeschreibung ... 18

7 Reagenzien ... 18

8 Prüfeinrichtung ... 19

9 Störeinflüsse und Fehlerquellen ... 21
9.1 Allgemeine Informationen ... 21
9.2 Geschlossenes Behältersystem für den Aufschluss mittels Mikrowellengerät ... 21

10 Herstellung der Versuchsprobe ... 21

11 Durchführung ... 21
11.1 Allgemeines ... 21
11.2 Blindwertprüfung ... 22
11.3 Verfahren A (allgemeines Verfahren für SRF und Hauptelemente in veraschten SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Fluorwasserstoffsäure (6 ml HCl; 2 ml HNO_3; 2 ml HF) ... 22
11.4 Verfahren AT (Verfahren für SRF und Hauptelemente in veraschten SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Tetrafluorborsäure (6 ml HCl; 2 ml HNO_3; 4 ml HBF_4) ... 24
11.5 Verfahren B (z. B. kunststoffbasierte SRF und andere, falls Verfahren A nicht angewendet werden kann) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Fluorwasserstoffsäure (0,5 ml HCl; 6 ml HNO_3; 1 ml HF) ... 25
11.6 Verfahren BT (z.B. kunststoffbasierte SRF und andere) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure und Tetrafluorborsäure (0,5 ml HCl; 6 ml HNO_3; 2 ml HBF_4) ... 26
11.7 Verfahren C (z. B. holzbasierte SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Salpetersäure, Wasserstoffperoxid und Fluorwasserstoffsäure (2,5 ml H_2O_2; 5 ml HNO_3; 0,4 ml HF) ... 27
11.8 Verfahren CT (z. B. holzbasierte SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Salpetersäure, Wasserstoffperoxid und Tetrafluorborsäure (2,5 ml H_2O_2; 5 ml HNO_3; 0,8 ml HBF_4) ... 28
11.9 Verfahren D (Hauptelemente in SRF-Asche) — Aufschluss von veraschten SRF mit dem Flussmittel Lithiummetaborat (Schmelztablette) ... 29

12 Analyse 29
12.1 Herstellung der Lösung für die Analyse 29
12.2 Analysenschritt 30
12.3 Röntgenfluoreszenzanalyse von veraschten Proben — Probenherstellung (nur für Hauptelemente) 30
13 Berechnungen 31
14 Qualitätskontrolle 31
15 Leistungskennwerte 31
16 Prüfbericht 31
Anhang A (informativ) Kalibrierung der Leistungseinstellungen 33
Anhang B (informativ) Validierung und Leistungsdaten (SRF22ERI) 35
B.1 Allgemeines 35
B.2 Ergebnisse 36
B.3 Besprechung der Ergebnisse 100
Anhang C (informativ) Leistungsdaten (QUOVADIS) 103
Anhang D (informativ) Ergebnisse der Robustheitsprüfung (QUOVADIS) 122
Literaturhinweise 127

Bilder

Bild D.1 — Einfluss der Partikelgröße auf die Bestimmung von Hauptelementen nach dem Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe (0,2 g veraschte Probe + 4 ml Königswasser + 1 ml HF, Niederdruck-Teflonbombe)“ 123

Tabellen

Tabelle B.1 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren A (SRF1EA) 36
Tabelle B.2 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren B (SRF1EB) 38
Tabelle B.3 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren C (SRF1EC) 40
Tabelle B.4 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren D (SRF1ED) 42
Tabelle B.5 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren XR1 (SRF1EXR1), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente 43
Tabelle B.6 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren XR2 (SRF1EXR2), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets) 44
Tabelle B.7 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren AT (SRF1EAT) 45
Tabelle B.8 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren BT (SRF1EBT) 47
Tabelle B.9 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren CT (SRF1ECT) 49
Tabelle B.10 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren R (SRF1ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO_3 — Temperaturprogramm nach Verfahren A) 50

Tabelle B.11 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren A (SRF2EA) 52

Tabelle B.12 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren B (SRF2EB) 54

Tabelle B.13 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren C (SRF2EC) 55

Tabelle B.14 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren D (SRF2ED) 57

Tabelle B.15 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren XR1 (SRF2EXR1), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente 58

Tabelle B.16 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren AT (SRF2EAT) 60

Tabelle B.17 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren BT (SRF2EBT) 61

Tabelle B.18 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren CT (SRF2ECT) 63

Tabelle B.19 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren R (SRF2ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO_3 — Temperaturprogramm nach Verfahren A) 65

Tabelle B.20 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren A (SRF3EA) 66

Tabelle B.21 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren B (SRF3EB) 68

Tabelle B.22 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren C (SRF3EC) 70

Tabelle B.23 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren D (SRF3ED) 72

Tabelle B.24 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren XR1 (SRF3EXR1), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente 73

Tabelle B.25 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren XR2 (SRF3EXR2), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets) 74

Tabelle B.26 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren AT (SRF3EAT) 75

Tabelle B.27 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren BT (SRF3EBT) 77

Tabelle B.28 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren CT (SRF3ECT) 79

Tabelle B.29 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren R (SRF3ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO_3 — Temperaturprogramm nach Verfahren A) 80

Tabelle B.30 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren A (SRF4EA) 82

Tabelle B.31 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren B (SRF4EB) 84

Tabelle B.32 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren C (SRF4EC) 85

Tabelle B.33 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren D (SRF4ED) 87

Tabelle B.34 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren XR1 (SRF4EXR1), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente 88

Tabelle B.35 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren XR2 (SRF4EXR2), direktes Verfahren durch XRF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets) 90

Tabelle B.36 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren AT (SRF4EAT) 90

Tabelle B.37 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren BT (SRF4EBT) 92

Tabelle B.38 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren CT (SRF4ECT) 94

Tabelle B.39 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren R (SRF4ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO_3 — Temperaturprogramm nach Verfahren A) 96

Tabelle B.40 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Quecksilber (HG1) (EPA 7473) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E 97

Tabelle B.41 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Schwefel (S1) (ISO 21663 [2]) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E 98

Tabelle B.42 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Schwefel (S2) (ASTM D5016-16) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E 99

Tabelle C.1 — Leistungsdaten für Al — Verfahren A 104

Tabelle C.2 — Leistungsdaten für Ca — Verfahren A 105

Tabelle C.3 — Leistungsdaten für Fe — Verfahren A 105

Tabelle C.4 — Leistungsdaten für K — Verfahren A 106

Tabelle C.5 — Leistungsdaten für Mg — Verfahren A 106

Tabelle C.6 — Leistungsdaten für Na — Verfahren A 107

Tabelle C.7 — Leistungsdaten für P — Verfahren A 107

Tabelle C.8 — Leistungsdaten für Si — Verfahren A 108

Tabelle C.9 — Leistungsdaten für Ti — Verfahren A 108

Tabelle C.10 — Leistungsdaten für As — Verfahren A 109

Tabelle C.11 — Leistungsdaten für Ba — Verfahren A 109

Tabelle C.12 — Leistungsdaten für Be — Verfahren A 110

Tabelle C.13 — Leistungsdaten für Cd — Verfahren A 110

Tabelle C.14 — Leistungsdaten für Cr — Verfahren A 110

Tabelle C.15 — Leistungsdaten für Co — Verfahren A 111

Tabelle C.16 — Leistungsdaten für Cu — Verfahren A 111

Tabelle C.17 — Leistungsdaten für Hg — Verfahren A 112

Tabelle C.18 — Leistungsdaten für Mn — Verfahren A 112

Tabelle C.19 — Leistungsdaten für Mo — Verfahren A 113

Tabelle C.20 — Leistungsdaten für Ni — Verfahren A 113

Tabelle C.21 — Leistungsdaten für Pb — Verfahren A 114

Tabelle C.22 — Leistungsdaten für Sb — Verfahren A 114

Tabelle C.23 — Leistungsdaten für Se — Verfahren A 115

Tabelle C.24 — Leistungsdaten für V — Verfahren A 115

Tabelle C.25 — Leistungsdaten für Zn — Verfahren A 116

Tabelle C.26 — Leistungsdaten für Hg — Direktes Verfahren (Analysenautomat — AMA) 116

Tabelle C.27 — Leistungsdaten für Al — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 117

Tabelle C.28 — Leistungsdaten für Ca — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 117

Tabelle C.29 — Leistungsdaten für Fe — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 118

Tabelle C.30 — Leistungsdaten für K — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 118

Tabelle C.31 — Leistungsdaten für Mg — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 119

Tabelle C.32 — Leistungsdaten für P — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 119

Tabelle C.33 — Leistungsdaten für Si — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe 120

Tabelle C.34 — Leistungsdaten für Ti — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ 120