

# E DIN EN ISO 3884:2024-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-02-23

**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, Ti, V, Zn) (ISO/DIS 3884:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 3884:2024**

**Solid recovered fuels - Methods for the determination of the content of elements (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, Ti, V, Zn) (ISO/DIS 3884:2024); German and English version prEN ISO 3884:2024**

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	12
Vorwort.....	13
Einleitung.....	14
1 Anwendungsbereich.....	15
2 Normative Verweisungen.....	16
3 Begriffe.....	16
4 Symbole und Abkürzungen.....	17
5 Sicherheitshinweise.....	19
6 Kurzbeschreibung.....	19
7 Reagenzien.....	20
8 Prüfeinrichtung.....	20
9 Störeinflüsse und Fehlerquellen.....	22
9.1 Allgemeine Informationen.....	22
9.2 Geschlossenes Behältersystem für den Aufschluss mittel Mikrowellengerät.....	22
10 Herstellung der Versuchsprobe.....	22
11 Durchführung.....	23
11.1 Allgemeines.....	23
11.2 Blindwertprüfung.....	23
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 <sub>3</sub> ; 2 ml HF).....	23
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 <sub>3</sub> ; 4 ml HBF <sub>4</sub> ).....	26
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 <sub>3</sub> ; 1 ml HF).....	26
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 <sub>3</sub> ; 2 ml HBF <sub>4</sub> ).....	28
11.7 Verfahren C (z. B. holzbasierte SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Salpetersäure, Wasserstoffperoxid und Fluorwasserstoffsäure (2,5 ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; 5 ml HNO <sub>3</sub> ; 0,4 ml HF).....	28

11.8	Verfahren CT (z. B. holzbasierte SRF) — Mikrowellenaufschluss mit einem Gemisch aus Salpetersäure, Wasserstoffperoxid und Tetrafluorborsäure (2,5 ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; 5 ml HNO <sub>3</sub> ; 0,8 ml HBF <sub>4</sub> ) .....	29
11.9	Verfahren D (Hauptelemente in SRF-Asche) — Aufschluss von veraschten SRF mit dem Flussmittel Lithiummetaborat (Schmelztablette) .....	30
12	Analyse .....	31
12.1	Herstellung der Lösung für die Analyse.....	31
12.2	Analysenschritt.....	31
12.3	Röntgenfluoreszenzanalyse von veraschten Proben — Probenherstellung (nur für Hauptelemente).....	31
13	Berechnungen .....	32
14	Qualitätskontrolle.....	32
15	Leistungskennwerte.....	32
16	Prüfbericht .....	33
	Anhang A (informativ) Kalibrierung der Leistungseinstellungen .....	34
	Anhang B (informativ) Validierung und Leistungsdaten (SRF22ERI) .....	35
	Anhang C (informativ) Leistungsdaten (QUOVADIS) .....	101
	Anhang D (informativ) Ergebnisse der Robustheitsprüfung (QUOVADIS) .....	120
	Literaturhinweise .....	125

## 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)“ .....	121
----------	---	-----

## Tabellen

Tabelle B.1	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren A (SRF1EA) .....	36
Tabelle B.2	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren B (SRF1EB) .....	37
Tabelle B.3	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren C (SRF1EC) .....	39
Tabelle B.4	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren D (SRF1ED) .....	41
Tabelle B.5	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren XR1 (SRF1EXR1), direktes Verfahren durch RF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente .....	42
Tabelle B.6	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren XR2 (SRF1EXR2), direktes Verfahren durch RF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets) .....	43
Tabelle B.7	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren AT (SRF1EAT) .....	44
Tabelle B.8	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren BT (SRF1EBT) .....	46
Tabelle B.9	— Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren CT (SRF1ECT).....	47

<b>Tabelle B.10 — Leistungsdaten für Probe SRF1E, Verfahren R (SRF1ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO<sub>3</sub> — Temperaturprogramm nach Verfahren A)</b> .....	<b>49</b>
<b>Tabelle B.11 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren A (SRF2EA)</b> .....	<b>51</b>
<b>Tabelle B.12 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren B (SRF2EB)</b> .....	<b>52</b>
<b>Tabelle B.13 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren C (SRF2EC)</b> .....	<b>54</b>
<b>Tabelle B.14 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren D (SRF2ED)</b> .....	<b>56</b>
<b>Tabelle B.15 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren XR1 (SRF2EXR1), direktes Verfahren durch RF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente</b> .....	<b>57</b>
<b>Tabelle B.16 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren AT (SRF2EAT)</b> .....	<b>58</b>
<b>Tabelle B.17 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren BT (SRF2EBT)</b> .....	<b>60</b>
<b>Tabelle B.18 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren CT (SRF2ECT)</b> .....	<b>62</b>
<b>Tabelle B.19 — Leistungsdaten für Probe SRF2E, Verfahren R (SRF2ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO<sub>3</sub> — Temperaturprogramm nach Verfahren A)</b> .....	<b>63</b>
<b>Tabelle B.20 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren A (SRF3EA)</b> .....	<b>65</b>
<b>Tabelle B.21 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren B (SRF3EB)</b> .....	<b>67</b>
<b>Tabelle B.22 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren C (SRF3EC)</b> .....	<b>68</b>
<b>Tabelle B.23 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren D (SRF3ED)</b> .....	<b>70</b>
<b>Tabelle B.24 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren XR1 (SRF3EXR1), direktes Verfahren durch RF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente</b> .....	<b>71</b>
<b>Tabelle B.25 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren XR2 (SRF3EXR2), direktes Verfahren durch RF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets)</b> .....	<b>73</b>
<b>Tabelle B.26 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren AT (SRF3EAT)</b> .....	<b>73</b>
<b>Tabelle B.27 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren BT (SRF3EBT)</b> .....	<b>75</b>
<b>Tabelle B.28 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren CT (SRF3ECT)</b> .....	<b>77</b>
<b>Tabelle B.29 — Leistungsdaten für Probe SRF3E, Verfahren R (SRF3ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO<sub>3</sub> — Temperaturprogramm nach Verfahren A)</b> .....	<b>78</b>
<b>Tabelle B.30 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren A (SRF4EA)</b> .....	<b>80</b>
<b>Tabelle B.31 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren B (SRF4EB)</b> .....	<b>82</b>
<b>Tabelle B.32 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren C (SRF4EC)</b> .....	<b>83</b>
<b>Tabelle B.33 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren D (SRF4ED)</b> .....	<b>85</b>
<b>Tabelle B.34 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren XR1 (SRF4EXR1), direktes Verfahren durch RF: Analyse von veraschten Proben — Hauptelemente</b> .....	<b>86</b>

Tabelle B.35 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren XR2 (SRF4EXR2), direktes Verfahren durch RF: Analyse von SRF ohne Veraschung (gepresste Pellets) .....	88
Tabelle B.36 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren AT (SRF4EAT) .....	88
Tabelle B.37 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren BT (SRF4EBT) .....	90
Tabelle B.38 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren CT (SRF4ECT) .....	92
Tabelle B.39 — Leistungsdaten für Probe SRF4E, Verfahren R (SRF4ER), Mikrowellenaufschluss (6 ml HCl, 2 ml HNO <sub>3</sub> — Temperaturprogramm nach Verfahren A) .....	93
Tabelle B.40 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Quecksilber (HG1) (EPA 7473) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E .....	95
Tabelle B.41 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Schwefel (S1) (ISO 21663 [2]) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E .....	96
Tabelle B.42 — Leistungsdaten für das direkte Verfahren für Schwefel (S2) (ASTM D5016-16) für die Proben SRF1E, SRF2E, SRF3E und SRF4E .....	96
Tabelle C.1 — Leistungsdaten für Al — Verfahren A .....	102
Tabelle C.2 — Leistungsdaten für Ca — Verfahren A .....	102
Tabelle C.3 — Leistungsdaten für Fe — Verfahren A .....	103
Tabelle C.4 — Leistungsdaten für K — Verfahren A .....	103
Tabelle C.5 — Leistungsdaten für Mg — Verfahren A .....	104
Tabelle C.6 — Leistungsdaten für Na — Verfahren A .....	104
Tabelle C.7 — Leistungsdaten für P — Verfahren A .....	105
Tabelle C.8 — Leistungsdaten für Si — Verfahren A .....	105
Tabelle C.9 — Leistungsdaten für Ti — Verfahren A .....	106
Tabelle C.10 — Leistungsdaten für As — Verfahren A .....	106
Tabelle C.11 — Leistungsdaten für Ba — Verfahren A .....	107
Tabelle C.12 — Leistungsdaten für Be — Verfahren A .....	107
Tabelle C.13 — Leistungsdaten für Cd — Verfahren A .....	108
Tabelle C.14 — Leistungsdaten für Cr — Verfahren A .....	108
Tabelle C.15 — Leistungsdaten für Co — Verfahren A .....	109
Tabelle C.16 — Leistungsdaten für Cu — Verfahren A .....	109
Tabelle C.17 — Leistungsdaten für Hg — Verfahren A .....	110
Tabelle C.18 — Leistungsdaten für Mn — Verfahren A .....	110
Tabelle C.19 — Leistungsdaten für Mo — Verfahren A .....	111

<b>Tabelle C.20 — Leistungsdaten für Ni — Verfahren A.....</b>	<b>111</b>
<b>Tabelle C.21 — Leistungsdaten für Pb — Verfahren A.....</b>	<b>112</b>
<b>Tabelle C.22 — Leistungsdaten für Sb — Verfahren A.....</b>	<b>112</b>
<b>Tabelle C.23 — Leistungsdaten für Se — Verfahren A.....</b>	<b>113</b>
<b>Tabelle C.24 — Leistungsdaten für V — Verfahren A.....</b>	<b>113</b>
<b>Tabelle C.25 — Leistungsdaten für Zn — Verfahren A.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabelle C.26 — Leistungsdaten für Hg — Direktes Verfahren (Analysenautomat — AMA) .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabelle C.27 — Leistungsdaten für Al — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabelle C.28 — Leistungsdaten für Ca — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabelle C.29 — Leistungsdaten für Fe — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabelle C.30 — Leistungsdaten für K — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabelle C.31 — Leistungsdaten für Mg — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabelle C.32 — Leistungsdaten für P — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabelle C.33 — Leistungsdaten für Si — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabelle C.34 — Leistungsdaten für Ti — Verfahren „Warmwasserbad 90 °C/geschlossene Teflonbombe“ .....</b>	<b>118</b>