

# DIN EN ISO 21654:2021-12 (D)

## Feste Sekundärbrennstoffe - Bestimmung des Brennwertes (ISO 21654:2021); Deutsche Fassung EN ISO 21654:2021

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Europäisches Vorwort.....  | 4     |
| Vorwort.....   | 5     |
| Einleitung.....  | 6     |
| 1 Anwendungsbereich.....   | 7     |
| 2 Normative Verweisungen.....  | 7     |
| 3 Begriffe.....  | 7     |
| 4 Kurzbeschreibung.....  | 9     |
| 4.1 Brennwert.....   | 9     |
| 4.2 Heizwert.....  | 10    |
| 5 Reagenzien.....  | 10    |
| 6 Laborbedingungen.....  | 11    |
| 7 Prüfeinrichtung.....   | 11    |
| 7.1 Allgemeines.....   | 11    |
| 7.2 Zusatzgeräte.....  | 14    |
| 7.3 Waagen.....  | 15    |
| 8 Vorbereitung der Versuchsprobe.....  | 15    |
| 9 Kalorimetrisches Verfahren.....  | 15    |
| 9.1 Allgemeines.....   | 15    |
| 9.2 Vorbereitung des Verbrennungsgefäßes zur Messung.....                          | 17    |
| 9.2.1 Allgemeines Verfahren.....   | 17    |
| 9.2.2 Anwendung von Verbrennungshilfen.....  | 18    |
| 9.3 Zusammenbau des Kalorimeters.....  | 19    |
| 9.4 Verbrennungsreaktion und Temperaturmessungen.....                              | 19    |
| 9.5 Analyse der Verbrennungsprodukte.....  | 20    |
| 9.6 Korrigierter Temperaturanstieg $\theta$ .....                                  | 21    |
| 9.6.1 Beobachteter Temperaturanstieg.....  | 21    |
| 9.6.2 Isoperibol arbeitende Kalorimeter und Kalorimeter mit statischem Mantel..... | 21    |
| 9.6.3 Adiabatische Kalorimeter.....  | 22    |
| 9.6.4 Thermometerkorrekturen.....  | 22    |
| 9.7 Referenztemperatur.....  | 22    |
| 10 Kalibrierung.....   | 23    |
| 10.1 Kurzbeschreibung.....   | 23    |
| 10.2 Kalibriersubstanz.....  | 23    |
| 10.2.1 Zertifizierungsbedingungen.....   | 23    |
| 10.2.2 Kalibrierbedingungen.....   | 23    |
| 10.3 Gültiger Arbeitsbereich für die effektive Wärmekapazität $\epsilon$ .....     | 24    |
| 10.4 Einfluss von Hilfsgrößen.....   | 25    |
| 10.5 Kalibrierverfahren.....   | 25    |
| 10.6 Berechnung der effektiven Wärmekapazität für eine einzelne Prüfung.....       | 25    |
| 10.6.1 Berechnung auf Basis einer konstanten Masse des Kalorimeterwassers.....     | 25    |
| 10.6.2 Berechnung auf der Basis einer konstanten Gesamtmasse des Kalorimeters..... | 26    |
| 10.7 Präzision des Mittelwertes der effektiven Wärmekapazität $\epsilon$ .....     | 27    |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 10.7.1   | Konstanter Wert von $\varepsilon$ .....                                     | 27 |
| 10.7.2   | $\varepsilon$ als Funktion des beobachteten Temperaturanstiegs .....        | 28 |
| 10.8   | Nachbestimmung der effektiven Wärmekapazität .....                          | 28 |
| 11   | Brennwert.....  | 28 |
| 11.1   | Allgemeines.....  | 28 |
| 11.2   | Verbrennung.....  | 29 |
| 11.3   | Berechnung des Brennwertes .....  | 29 |
| 11.3.1   | Allgemeines.....  | 29 |
| 11.3.2   | Berechnung auf Basis einer konstanten Masse des Kalorimeterwassers.....     | 30 |
| 11.3.3   | Berechnung auf der Basis einer konstanten Gesamtmasse des Kalorimeters..... | 32 |
| 11.3.4   | $\varepsilon$ als Funktion des beobachteten Temperaturanstiegs .....        | 32 |
| 11.4   | Angabe der Ergebnisse .....   | 33 |
| 11.5   | Berechnungen auf einer anderen Bezugsbasis.....                             | 33 |
| 12   | Präzision .....   | 33 |
| 12.1   | Wiederholgrenze.....  | 33 |
| 12.2   | Vergleichsgrenze.....   | 34 |
| 13   | Berechnung des Heizwertes bei konstantem Druck.....                         | 34 |
| 13.1   | Allgemeines.....  | 34 |
| 13.2   | Berechnungen .....  | 34 |
| 14   | Prüfbericht .....   | 36 |
| Anhang A (normativ) Adiabatische Verbrennungsgefäß-Kalorimeter .....   |   | 37 |
| Anhang B (normativ) Isoperibol arbeitende Verbrennungsgefäß-Kalorimeter und<br>Verbrennungsgefäß-Kalorimeter mit statischem Mantel.....  |   | 41 |
| Anhang C (normativ) Automatischer Verbrennungsgefäß-Kalorimeter .....  |   | 47 |
| Anhang D (normativ) Entfernte, zur Asche beitragende Bestandteile .....  |   | 50 |
| Anhang E (informativ) Checklisten für Projektierung und Verfahrensabläufe von<br>Verbrennungsversuchen .....   |   | 53 |
| Anhang F (informativ) Beispiele zur Veranschaulichung der in diesem Dokument verwendeten<br>wichtigsten Berechnungen bei Anwendung eines automatischen (adiabatischen)<br>Verbrennungsgefäß-Kalorimeters für die Bestimmungen..... |   | 59 |
| Anhang G (informativ) Liste der in diesem Dokument verwendeten Symbole .....   |   | 63 |
| Anhang H (informativ) Flussbild für eine routinemäßige Bestimmung des Energiegehalts .....   |   | 65 |
| Anhang I (informativ) Ergebnisse des Ringversuches.....  |   | 66 |
| Anhang J (informativ) Zusätzliche Terme als Grundlage für die Angabe von Ergebnissen .....   |   | 68 |
| Anhang K (informativ) Umweltaspekte.....   |   | 69 |
| Literaturhinweise .....  |   | 72 |