

DIN CEN ISO/TS 23359:2026-03 (D)

Nanotechnologien - Chemische Charakterisierung von mit Graphen verwandten zweidimensionalen Materialien aus Pulvern und flüssigen Dispersionen (ISO/TS 23359:2025); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 23359:2025

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	8
Vorwort.....	9
Einleitung.....	10
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen.....	11
3 Begriffe.....	12
4 Abkürzungen.....	15
5 Ansätze zur chemischen Charakterisierung.....	16
6 Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS).....	18
6.1 Einleitung.....	18
6.2 Messgerätevorbereitung.....	18
6.3 Probenvorbereitung.....	19
6.4 Verfahren.....	19
6.5 Quantitative Analyse.....	22
7 Thermogravimetrische Analyse (TGA).....	23
7.1 Einleitung.....	23
7.2 Probenvorbereitung.....	25
7.2.1 Allgemeines.....	25
7.2.2 Gerätebedingungen und -vorbereitung.....	25
7.2.3 Vorbereitung des Tiegels.....	26
7.2.4 Durchführung der Messung.....	26
7.3 Datenverarbeitung und quantitative Analyse.....	26
7.3.1 Darstellung der Daten.....	26
7.3.2 Bestimmung der Anzahl der Massenänderungsschritte.....	27
7.3.3 Bestimmung der Temperatur der maximalen Massenänderungsrate (T_{max}).....	27
7.3.4 Identifizierung des Vorhandenseins von GR2M.....	27
7.3.5 Bestimmung des Massenanteils in Prozent.....	28
8 Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS).....	30
9 Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR).....	31
10 Bericht.....	31
10.1 Einleitung.....	31
10.2 Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS).....	31
10.3 Thermogravimetrische Analyse (TGA).....	31
10.4 Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS).....	32
10.5 Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR).....	32
Anhang A (informativ) Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS).....	33
A.1 Einleitung.....	33
A.2 Gerätevorbereitung.....	33
A.3 Reagenzien.....	33
A.3.1 Chemische Reagenzien.....	33

A.3.2	Interne Standardlösungen	34
A.3.3	Blindlösung	34
A.4	Probenvorbehandlung	34
A.4.1	Einleitung.....	34
A.4.2	Mikrowellenaufschlussystem.....	35
A.4.3	Probenvorbehandlung und -vorbereitung.....	35
A.4.4	Mikrowellenunterstützter Säureaufschluss	35
A.5	Verfahren.....	36
A.5.1	Allgemeines.....	36
A.5.2	Messung der Probe	36
A.6	Analyse	37
A.6.1	Standardkalibrierkurve.....	37
A.6.2	Massenkonzentration	37
A.7	Messbericht.....	37
Anhang B (informativ) Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR).....		39
B.1	Einleitung.....	39
B.2	Gerätevorbereitung.....	39
B.3	Vorbereitung der Probe	39
B.4	Messvorgang	40
B.4.1	Anfangseinstellungen	40
B.4.2	Untergrundabtastung	40
B.4.3	Kalibrierung mittels Referenzmaterial.....	40
B.4.4	Messung der Probe	41
B.4.5	Datenanalyse	41
B.5	Berichterstattung.....	42
Anhang C (informativ) Zusammenfassung der Ringversuche mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS).....		43
C.1	Einleitung.....	43
C.2	Versuch 1: Atomare Verhältnisse des C/O-Verhältnisses (O/C-Verhältnisses).....	43
C.2.1	Einleitung.....	43
C.2.2	Ergebnisse	43
C.3	Versuch 2: Funktionalisierte Graphen-Nanotäfelchen (GNPs).....	45
C.3.1	Einleitung.....	45
C.3.2	Ergebnisse	46
Anhang D (informativ) Zusammenfassung des Ringversuchs mittels thermogravimetrischer Analyse (TGA).....		49
D.1	Einleitung.....	49
D.2	Ziel und Verfahren	49
D.3	Ergebnisse	49
Anhang E (informativ) Zusammenfassung des Ringversuchs mit Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)		56
E.1	Einleitung.....	56
E.2	Versuch und Verfahren	56
E.3	Ergebnisse	56
Anhang F (informativ) Zusammenfassung des kleinen Ringversuchs mit Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR)		59
F.1	Einleitung.....	59
F.2	Verfahren.....	59
F.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	59
Literaturhinweise		62

Bilder

Bild 1 — Reihenfolge der eingesetzten Verfahren zur Bestimmung der chemischen Eigenschaften von GR2Ms aus Pulver oder flüssiger Dispersion	17
Bild 2 — Beispiel eines gepressten Pellets, das auf ein Silicium-Wafer aufgebracht ist.....	19
Bild 3 — Beispiel eines XPS-Spektrums.....	22
Bild 4 — Beispiele für TG- und DTG-Diagramme für Pulver, die unterschiedliche GR2Ms enthalten	24
Bild 5 — Beispielergebnisse von TG-, DTG- und d2TG-Kurven für GO	30
Bild C.1 — Ergebnisse aus den Messungen des C/O-Verhältnisses mittels XPS.....	45
Bild C.2 — Einfluss des Pressdrucks auf die Messung des O/C-Verhältnisses mittels XPS	46
Bild C.3 — Vergleich der Messungen des F/C-Verhältnisses mittels XPS und HAXPES	47
Bild C.4 — Ergebnisse des XPS-Ringversuchs	48
Bild D.1 — Beispiele für TG-Kurve (oben), DTG-Kurve (mittig) und d2TG-Kurve (unten) für GO-, rGO- und FLG-Proben	50
Bild D.2 — Ringversuchsergebnisse für T_{max} für Kohlenstoff aus GO-, rGO- und FLG-Proben.....	53
Bild D.3 — Ringversuchsergebnisse für den prozentualen Sauerstoffanteil der GO-Probe.....	54
Bild D.4 — Statistische Konformität ausgewählter Charakterisierungsparameter.....	54
Bild E.1 — ICP-MS-Ringversuchsergebnisse für Metallverunreinigungen in Probe 1 (S1).....	57
Bild E.2 — ICP-MS-Ringversuchsergebnisse für Metallverunreinigungen in Probe 2 (S2).....	58
Bild F.1 — Ringversuchsergebnisse mittels FTIR für eine GO-Probe.....	60
Bild F.2 — Ringversuchsergebnisse mittels FTIR für eine rGO-Probe.....	60
Bild F.3 — Ringversuchsergebnisse mittels FTIR für eine FLG-Probe.....	61

Tabellen

Tabelle 1 — Ansätze zur chemischen Charakterisierung	16
Tabelle 2 — Beispielergebnisse aus der thermogravimetrischen Analyse (TGA) einer GR2M-Probe.....	30
Tabelle B.1 — Schwingungsformen und Peak-Positionen von typischen funktionellen Gruppen von GR2M	41
Tabelle C.1 — Ergebnisse eines VAMAS-Ringversuchs mittels XPS für eine GNP-Probe	43
Tabelle D.1 — Beispiel für verarbeitete TG-Daten für eine GO-Probe.....	50