DIN CEN ISO/TS 23302:2023-02 (D)

Nanotechnologien - Anforderungen und Empfehlungen zur Identifizierung von Messgrößen zur Charakterisierung von Nanoobjekten und von Werkstoffen, die welche enthalten (ISO/TS 23302:2021); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 23302:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 6

Vorwort 7

Einleitung 8

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10
3.1 Allgemeine Kernbegriffe 10
3.2 Begriffe bezüglich Messgrößen 12

4 Abkürzungen 16

5 Ansätze für die Identifizierung von Messgrößen zur Charakterisierung von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten sowie Materialien, die Nanoobjekte beinhalten 19
5.1 Verfahrensablauf 19
5.2 Arten von Messgrößen 20
5.3 Zustand von Nanoobjekten 20

6 Messgrößen im Zusammenhang mit Größen- und Formmessung von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten 21
6.1 Allgemeines 21
6.2 Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung 22
6.2.1 Übersicht 22
6.2.2 Allgemeine maßgebende Normen 22
6.3 Messgrößen im Zusammenhang mit Größen- und Formmessung in Aerosolen 23
6.3.1 Übersicht 23
6.3.2 Allgemeine maßgebende Normen 25
6.3.3 Elektrische Niedrigdruckimpaktion 25
6.3.4 Kaskadenimpaktoren 25
6.3.5 Differentielles Mobilitätsanalysator-System 26
6.3.6 Maßgebende Normen 26
6.3.7 Optische Partikelzähler 26
6.3.8 Maßgebende Normen 27
6.3.9 Aerodynamische Partikelgrößenmessung 27
6.3.10 TEM in Kombination mit TEM-Gitterprobenehmern 27
6.3.11 Maßgebende Normen 28
6.3.12 Rasterelektronenmikroskopie 28
6.3.13 Maßgebende Normen 29
6.4 Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung bei Pulvern 29
6.4.1 Übersicht 29
6.4.2 Maßgebende Normen 30
6.4.3 Rasterelektronenmikroskopie 30
6.4.4 Maßgebende Normen 30
6.4.5 Gasadsorption, das BET-Verfahren 31
6.4.6 Maßgebende Norm 31

6.4.7 Laserbeugung ... 31
6.4.8 Maßgebende Norm ... 32
6.4.9 Röntgenbeugung ... 32
6.4.10 Maßgebende Normen ... 32
6.4.11 Raman-Spektroskopie ... 32
6.5 Messgrößen im Zusammenhang mit der Messung von Größe und Form von Nanoobjekten in Flüssigkeitsdispersionen ... 32
6.5.1 Übersicht ... 32
6.5.2 Zentrifugale Flüssigkeitssedimentation ... 34
6.5.3 Maßgebende Normen ... 35
6.5.4 Dynamische Lichtstreuung ... 35
6.5.5 Maßgebende Normen ... 35
6.5.6 Laserbeugung ... 36
6.5.7 Maßgebende Norm ... 36
6.5.8 Röntgenkleinwinkelstreuung ... 36
6.5.9 Maßgebende Norm ... 36
6.5.10 Partikel-Tracking-Analyse ... 36
6.5.11 Maßgebende Normen ... 37
6.5.12 Elektronenmikroskopie ... 37
6.5.13 Feld-Fluss-Fraktionierung ... 37
6.5.14 Maßgebende Norm ... 39
6.5.15 Einzelpartikel-ICP-MS ... 39
6.5.16 Maßgebende Norm ... 39
6.6 Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung auf Oberflächen (Mikroskopietechniken) ... 39
6.6.1 Übersicht ... 39
6.6.2 Rasterelektronenmikroskopie ... 40
6.6.3 Rasterkraftmikroskopie ... 40
6.6.4 Maßgebende Normen ... 41
7 Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Analyse von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten ... 41
7.1 Allgemeines ... 41
7.2 Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Oberflächenanalyse von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten ... 42
7.2.1 Messgrößen ... 42
7.2.2 Augerelektronenspektroskopie ... 43
7.2.3 Maßgebende Normen ... 44
7.2.4 Elektronenenergieverlustspektroskopie ... 44
7.2.5 Maßgebende Norm ... 44
7.2.6 Sekundärionen-Massenspektrometrie ... 44
7.2.7 Maßgebende Normen ... 45
7.2.8 Röntgenfluoreszenzspektroskopie ... 45
7.2.9 Maßgebende Normen ... 46
7.2.10 Röntgenbeugung ... 46
7.2.11 Maßgebende Norm ... 46
7.2.12 Röntgenphotoelektronenspektroskopie ... 46
7.2.13 Maßgebende Normen ... 47
7.2.14 Energiedispersive Röntgenspektrometrie ... 47
7.2.15 Niederenergetische Ionenstreuung ... 48
7.3 Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Analyse von Nanoobjekten als Volumenproben ... 48
7.3.1 Messgrößen ... 48
7.3.2 Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie ... 50
7.3.3 Maßgebende Normen ... 50
7.3.4 Thermische Analyse mit Emissionsgasanalysator plus FTIR oder QMS ... 51
7.3.5 Maßgebende Normen ... 51
7.3.6 Spektroskopie mit ultraviolettem sichtbarem Licht ... 51

7.3.7 Maßgebende Normen ... 51
7.3.8 Raman-Spektroskopie ... 51
7.3.9 Techniken mit induktiv gekoppeltem Plasma ... 52
7.3.10 Maßgebende Normen ... 52
7.3.11 Kontaktwinkel ... 52

8 Messgrößen im Zusammenhang mit Masse und Dichte ... 52
8.1 Allgemeines ... 52
8.2 Aerosole ... 53
8.2.1 Messgrößen ... 53
8.2.2 Maßgebende Normen ... 53
8.2.3 Aerosolpartikelmassenanalysator ... 53
8.2.4 Flugzeitmassenspektrometrie ... 54
8.3 Pulver ... 54
8.3.1 Messgrößen ... 54
8.3.2 Pyknometrie ... 54
8.3.3 Maßgebende Normen ... 54
8.4 Flüssigdispersionen ... 54
8.4.1 Messgrößen ... 54
8.4.2 Maßgebende Normen ... 55
8.4.3 Zentrifugale Flüssigkeitssedimentation (isopyknisches Verfahren) ... 56
8.4.4 Statische Lichtstreuung ... 56
8.4.5 Resonanzmassenmessung ... 56

9 Messgrößen im Zusammenhang mit Ladung — Flüssigkeitsdispersionen ... 56
9.1 Messgrößen ... 56
9.2 Maßgebende Normen ... 57
9.3 Elektrophoretische Lichtstreuung ... 57
9.4 Messungen elektroakustischer Phänomene ... 57

10 Messgrößen im Zusammenhang mit Kristallinität ... 58
10.1 Messgrößen ... 58
10.2 Röntgenkleinwinkel-/-weitwinkelstreuung ... 60
10.3 Röntgenbeugung ... 60
10.4 Hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie ... 60
10.5 Elektronenrückstreubeugung ... 60
10.6 Neutronenbeugung ... 61
10.7 Beugung hochenergetischer Elektronen bei Reflexion und Beugung niederenergetischer Elektronen ... 61
10.8 Dynamische Differenz-Thermoanalyse ... 61
10.9 Maßgebende Normen ... 61
10.10 Festkörper-Kernmagnetresonanz-Kristallographie ... 61
10.11 Raman-Kristallographie ... 62
10.12 Maßgebende Normen ... 62

11 Messgrößen optischer Eigenschaften ... 62
11.1 Allgemeines ... 62
11.2 Messgrößen ... 62
11.3 Spektroskopie-Techniken ... 63
11.4 Maßgebende Normen ... 64

12 Elektrische und elektronische Messgrößen ... 64
12.1 Messgrößen ... 64
12.2 Techniken ... 66
12.2.1 2- oder 4-Punkt-Leitfähigkeitsmessungen ... 66
12.2.2 Winkelaufgelöste Ultraviolett-Photoemissionsspektroskopie ... 66
12.2.3 Rastertunnelmikroskopie ... 66
12.2.4 Leitfähigkeits-Rasterkraftmikroskopie ... 67
12.2.5 Piezokraftmikroskopie ... 67

13 Magnetische Messgrößen ... 67

13.1 Allgemeines ... 67
13.2 Messgrößen ... 67
13.3 Techniken ... 69
13.3.1 Supraleitendes Quanteninterferenzgerät ... 69
13.3.2 Vibrationsmagnetometer ... 69
13.3.3 Mößbauer-Spektroskopie ... 69
13.3.4 Paramagnetische Elektronenresonanz-Spektroskopie ... 70
13.3.5 Magnetooptischer Kerr-Effekt ... 70
13.3.6 Magnetkraftmikroskopie ... 70
13.3.7 Raster-Hall-Effekt-Mikroskopie ... 70
13.3.8 Spinpolarisierte Rastertunnelmikroskopie ... 70
13.3.9 Maßgebende Normen ... 71

14 Thermische Messgrößen ... 71
14.1 Messgrößen ... 71
14.2 Techniken ... 72
14.2.1 Messung der spezifischen Wärmekapazität ... 72
14.2.2 Thermische Rastermikroskopie ... 72
14.3 Maßgebende Norm ... 72

15 Weitere leistungsbezogene Messgrößen ... 72
15.1 Allgemeines ... 72
15.2 Pulver — Staubungsverhalten ... 72
15.2.1 Messgrößen ... 72
15.2.2 Maßgebende Normen ... 73
15.3 Flüssigdispersionen ... 73
15.3.1 Messgrößen ... 73
15.3.2 Viskosität ... 74
15.3.3 Dispergierbarkeit ... 76
15.3.4 Maßgebende Norm ... 76
15.3.5 Löslichkeit und Auflösungsrate ... 76
15.3.6 Maßgebende Normen ... 78
15.4 Mechanische Eigenschaften ... 78
15.4.1 Allgemeines ... 78
15.4.2 Messung elastischer Konstanten mit statischen Verfahren ... 79
15.4.3 Maßgebende Normen ... 79
15.4.4 Messung elastischer Konstanten mit dynamischen Verfahren ... 79
15.4.5 Maßgebende Normen ... 80
15.4.6 Messung elastischer und plastischer Eigenschaften mit instrumentierten Eindringverfahren ... 80
15.4.7 Maßgebende Normen ... 80
15.4.8 Messung von Oberflächeneigenschaften und Abnutzung ... 81
15.4.9 Maßgebende Norm ... 81

Literaturhinweise ... 82