

DIN CEN/TS 17010:2017-05 (D)

Nanotechnologien - Leitfaden über Messgrößen zur Charakterisierung von Nanoobjekten und von Werkstoffen, die welche enthalten; Deutsche Fassung CEN/TS 17010:2016

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeine Kernbegriffe	9
3.2 Begriffe bezüglich Messgrößen.....	10
4 Symbole und Abkürzungen	14
5 Ansätze zur Identifizierung von Messgrößen zur Charakterisierung von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten sowie Materialien, die Nanoobjekte beinhalten	16
5.1 Verfahren	16
5.2 Arten von Messgrößen.....	16
5.3 Zustand von Nanoobjekten	17
6 Messgrößen im Zusammenhang mit Größen- und Formmessung von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten	17
6.1 Einleitung.....	17
6.2 Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung.....	18
6.3 Messgrößen im Zusammenhang mit Größen- und Formmessung in Aerosolen	19
6.3.1 Übersicht	19
6.3.2 Allgemein relevante Norm	20
6.3.3 Elektrische Niedrigdruckimpaktion (ELPI)	21
6.3.4 Kaskadenimpaktoren	21
6.3.5 Differentielles Mobilitätsanalysator-System (DMAS).....	22
6.3.6 Relevante Normen.....	22
6.3.7 Optische Partikelzähler (OPC)	22
6.3.8 Relevante Normen.....	23
6.3.9 Aerodynamische Partikelklassierung (APS)	23
6.3.10 Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) kombiniert mit TEM Gitterprobenehmern	23
6.3.11 Relevante Normen.....	24
6.3.12 Rasterelektronenmikroskopie (SEM).....	24
6.3.13 Relevante Normen.....	25
6.4 Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung bei Pulvern.....	25
6.4.1 Übersicht	25
6.4.2 Relevante Normen.....	26
6.4.3 Rasterelektronenmikroskopie (SEM).....	26
6.4.4 Relevante Normen.....	26
6.4.5 Gasadsorption, das BET-Verfahren	26
6.4.6 Relevante Normen.....	26
6.4.7 Laserbeugung (LD).....	26
6.4.8 Relevante Normen.....	27
6.4.9 Röntgenbeugung (XRD)	27
6.4.10 Relevante Normen.....	27
6.4.11 Raman-Spektroskopie	27

6.5	Messgrößen im Zusammenhang mit der Messung von Größe und Form von Nanoobjekten in Flüssigkeitsdispersionen	28
6.5.1	Übersicht.....	28
6.5.2	Zentrifugale Flüssigkeitssedimentation (CLS).....	29
6.5.3	Relevante Normen	30
6.5.4	Dynamische Lichtstreuung (DLS).....	30
6.5.5	Relevante Normen	30
6.5.6	Laserbeugung (LD)	30
6.5.7	Relevante Normen	31
6.5.8	Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS)	31
6.5.9	Relevante Normen	31
6.5.10	Partikel-Tracking-Analyse (PTA).....	31
6.5.11	Relevante Normen	31
6.5.12	Elektronenmikroskopie	31
6.6	Messgrößen im Zusammenhang mit der Größen- und Formmessung auf Oberflächen (Mikroskopietechniken).....	32
6.6.1	Übersicht.....	32
6.6.2	Rasterelektronenmikroskopie (SEM)	33
6.6.3	Rasterkraftmikroskopie (AFM)	33
6.6.4	Relevante Normen	33
7	Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Analyse von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten.....	34
7.1	Einleitung.....	34
7.2	Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Oberflächenanalyse von Nanoobjekten und deren Agglomeraten und Aggregaten.....	34
7.2.1	Messgrößen.....	34
7.2.2	Augerelektronenspektroskopie (AES)	36
7.2.3	Relevante Normen	36
7.2.4	Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS)	36
7.2.5	Relevante Normen	36
7.2.6	Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS)	37
7.2.7	Relevante Normen	37
7.2.8	Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF)	37
7.2.9	Relevante Normen	38
7.2.10	Röntgenbeugung (XRD).....	38
7.2.11	Relevante Normen	38
7.2.12	Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS)	38
7.2.13	Relevante Normen	39
7.2.14	Energiedispersive Röntgenspektrometrie (EDS oder EDX)	39
7.3	Messgrößen im Zusammenhang mit der chemischen Analyse von Nanoobjekten als Volumenprobe.....	40
7.3.1	Messgrößen.....	40
7.3.2	Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC)	41
7.3.3	Relevante Normen	42
7.3.4	Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR)	42
7.3.5	Relevante Normen	43
7.3.6	Thermische Analyse mit Emissionsgasanalysator (EGA) plus FTIR oder QMS	43
7.3.7	Relevante Normen	43
7.3.8	Spektroskopie mit ultravioletter und sichtbarem Licht (UV-Vis)	44
7.3.9	Relevante Normen	44
7.3.10	Raman-Spektroskopie	44
7.3.11	Techniken mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP)	44
7.3.12	Kontaktwinkel.....	44
8	Messgrößen im Zusammenhang mit Masse und Dichte.....	45
8.1	Einleitung.....	45
8.2	Aerosole	45
8.2.1	Messgrößen.....	45

8.2.2	Relevante Normen.....	45
8.2.3	Aerosolpartikelmassenanalysator (APM)	46
8.2.4	Flugzeitmassenspektrometrie	46
8.3	Pulver	46
8.3.1	Messgrößen	46
8.3.2	Pyknometrie	46
8.3.3	Relevante Normen.....	46
8.4	Flüssigdispersionen.....	47
8.4.1	Messgrößen	47
8.4.2	Relevante Normen.....	47
8.4.3	Zentrifugale Flüssigkeitssedimentation (Isopyknisches Verfahren)	48
8.4.4	Statische Lichtstreuung (SLS).....	48
8.4.5	Resonanzmassenmessung (RMM)	48
9	Messgrößen im Zusammenhang mit Ladung – Flüssigkeitsdispersionen	48
9.1	Messgrößen	48
9.2	Relevante Normen.....	49
9.3	Elektrophoretische Lichtstreuung.....	49
9.4	Messungen elektroakustischer Phänomene.....	49
10	Messgrößen im Zusammenhang mit Kristallinität.....	49
10.1	Messgrößen	49
10.2	Röntgenklein-/weitwinkelstreuung (SAXS/WAXS)	51
10.3	Röntgenbeugung (XRD)	51
10.4	Raster-/Elektronenmikroskopie (SEM).....	51
10.5	Hochauflösende Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM).....	52
10.6	Elektronenbeugung	52
10.7	Neutronenbeugung	52
10.8	Elektronenrückstreubeugung (EBSD)	52
10.9	Beugung hochenergetischer Elektronen bei Reflexion (RHEED) und Beugung niederenergetischer Elektronen (LEED)	53
10.10	Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC).....	53
10.11	Nuklearmagnetische Resonanz (NMR)-Kristallographie	53
10.12	Raman-Kristallographie.....	53
10.13	Relevante Normen.....	53
11	Messgrößen der optische Eigenschaften	54
11.1	Einleitung.....	54
11.2	Messgrößen	54
11.3	Spektroskopietechniken	55
11.4	Relevante Normen.....	55
12	Elektrische und elektronische Messgrößen	55
12.1	Messgrößen	55
12.2	Techniken	57
12.2.1	2- oder 4-Punkt-Leitfähigkeitsmessungen.....	57
12.2.2	Winkelaufgelöste Ultraviolett-Photoemissionsspektroskopie (ARPES).....	57
12.2.3	Rastertunnelmikroskopie (STM)	57
12.2.4	Leitfähige Rasterkraftmikroskopie	58
12.2.5	Piezokraftmikroskopie (PFM)	58
13	Magnetische Messgrößen	58
13.1	Einleitung.....	58
13.2	Messgrößen	59
13.3	Techniken	60
13.3.1	Supraleitender Quanteninterferenzgerät (SQUID)	60
13.3.2	Vibrationsmagnetometer (VSM)	60
13.3.3	Mößbauer-Spektroskopie.....	60
13.3.4	Paramagnetische Elektronenresonanz- (EPR) Spektroskopie.....	60
13.3.5	Magneto-optischer Kerr-Effekt (MOKE).....	60

13.3.6	Magnetkraftmikroskopie (MFM).....	61
13.3.7	Raster-Hall-Effekt-Mikroskopie	61
13.3.8	Spinpolarisierte Rastertunnelmikroskopie (SP-STM)	61
13.3.9	Relevante Normen	61
14	Thermische Messgrößen	61
14.1	Messgrößen.....	61
14.2	Techniken	62
14.2.1	Messung der spezifischen Wärmekapazität	62
14.2.2	Thermische Rastermikroskopie (SThM)	62
15	Weitere Messgrößen im Zusammenhang mit der Leistung.....	63
15.1	Einleitung.....	63
15.2	Pulver - Staubungsverhalten	63
15.3	Flüssigdispersionen	63
15.3.1	Einleitung.....	63
15.3.2	Viskosität	64
15.3.3	Dispergierbarkeit.....	66
15.3.4	Relevante Normen	67
15.3.5	Löslichkeit und Auflösungsrate.....	67
15.3.6	Relevante Normen	68
15.4	Mechanische Eigenschaften	68
15.4.1	Einleitung.....	68
15.4.2	Messung elastischer Konstanten durch statische Verfahren.....	69
15.4.3	Relevante Normen	69
15.4.4	Messung elastischer Konstanten durch dynamische Methoden	70
15.4.5	Relevante Normen	70
15.4.6	Messung elastischer und plastischer Eigenschaften durch instrumentierte Eindringverfahren	70
15.4.7	Relevante Normen	71
15.4.8	Messung von Oberflächeneigenschaften und Verschleiß	71
15.4.9	Relevante Normen	71
	Literaturhinweise	72