

DIN EN 62565-3-1

ICS 31.020; 07.030

Einsprüche bis 2014-12-17

Entwurf

**Nanofertigung –
Materialspezifikationen –
Teil 3-1: Graphen – Vordruck für Materialspezifikation für
elektrotechnische Anwendungen
(IEC 113/217/CD:2014)**

Nanomanufacturing –
Material specifications –
Part 3-1: Graphene – Blank detail specification for electrotechnical applications
(IEC 113/217/CD:2014)

Nanofabrication –
Spécification article –
Partie 3-1: Graphène – Spécification particulière cadre pour applications
électrotechniques
(CEI 113/217/CD:2014)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-10-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 25 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
3.1 Graphen.....	5
3.2 Abkürzungen	6
4 Grundlegende Informationen.....	7
5 Allgemeine Einführung zu Messmethoden.....	7
6 Anforderungen an die Grundspezifikation	7
7 Empfohlenes Format der Graphenspezifikation	8
7.1 Allgemeine Beschaffungsinformationen.....	8
7.2 Allgemeine Merkmale	8
7.3 Elektrische Merkmale	8
7.4 Optische Merkmale.....	9
7.5 Mechanische und dimensionale Merkmale	9
7.6 Dimensionale Merkmale	9
8 Messmethoden	10
9 Informationen zum Verhältnis von Anwendungen nanobasierter Produkte zu den Materialparametern	11
Literaturhinweise.....	12
 Tabellen	
Tabelle 1 – Format für allgemeine Informationen.....	8
Tabelle 2 – Format für allgemeine Merkmale	8
Tabelle 3 – Format für elektrische Merkmale	9
Tabelle 4 – Format für optische Merkmale	9
Tabelle 5 – Format für mechanische Merkmale	9
Tabelle 6 – Format für dimensionale Merkmale	10
Tabelle 7 – Matrix der Eigenschaften und Methodologien	11

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 113/217/CD:2014 „Nanomanufacturing – Material specifications – Part 3-1: Graphene – Blank detail specification for electrotechnical applications“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 113 „Nanotechnology standardization for electrical and electronic products and systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 141 „Nanotechnologie“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nanofertigung – Materialspezifikationen – Teil 3-1: Graphen – Vordruck für Materialspezifikation für elektrotechnische Anwendungen

Einleitung

Diese Norm soll als Leitlinie dazu dienen, wie die verschiedenen Eigenschaften von Graphen für den industriellen Einsatz in elektronischen Produkten aufzulisten, zu veranschaulichen und zu definieren und wie diese in bilaterale Materialspezifikationen zwischen Lieferant und Anwender umzusetzen sind.

Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass es verschiedene Graphenmodifikationen und verschiedene Produktionsmethoden für Graphen gibt, z. B. mechanische oder chemische Exfoliation, chemische Gasphasenabscheidung (CVD, en: chemical vapour deposition), Reduktion von Graphenoxid, epitaktisches Wachstum, molekulare Selbstassemblierung, Auftrennen von Kohlenstoff-Nanoröhrchen. Feinste Unterschiede in der physikalischen Struktur führen zu deutlichen Unterschieden in den elektrischen, optischen und chemischen Eigenschaften; daher muss diesen Merkmalen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, Hintergrundinformationen dazu sind Teil dieses Dokuments.

Damit gängige Prozessanlagen und Basisprozesse mit vorhersagbarem und wiederholbarem Ergebnis in verschiedenen Fertigungslinien eingesetzt werden können, ist es wesentlich, dass die Grapheneigenschaften in einer standardisierten Weise beschrieben, beurteilt und die Methoden zur Qualitätskontrolle des Herstellungsprozesses standardisiert werden. Welche Parameter durch die Qualitätskontrolle zu überwachen sind, hängt von der jeweiligen Anwendung ab. Im Anhang dieses Dokuments werden einige wichtige Anwendungen genannt und es wird kurz beschrieben, welche der elektrischen, optischen und/oder chemischen Eigenschaften von Graphen für die jeweilige Anwendung relevant sind und wie diese Parameter spezifiziert und kontrolliert werden.

Um eine kostengünstige Massenproduktion (oder die Produktion von Reinfractionen) möglich zu machen, ist ein zuverlässiges, erschwingliches Verfahren zur Herstellung von genau definiertem Graphenmaterial notwendig. Erste Schritte in diese Richtung werden gerade von einer Reihe von Herstellern unternommen. Mit der Definition der Eigenschaften in den technischen Lieferspezifikationen ist eine stetige Verbesserung in der Technologie für Graphenmaterialien zu erwarten. Um eine zuverlässige Bezugsquelle für Graphen mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu ermöglichen, ist die Festlegung der Merkmale in einer standardisierten Weise nötig, die die Spezifikationsgrenzen und die Charakterisierungsmethoden für den Nachweis der Konformität angibt. Dies reduziert nicht nur die Transaktionskosten, sondern beseitigt, wie unten beschrieben, eine wesentliche Quelle von Ungenauigkeiten und minderwertigen Produkten.

Die genaue Messung und Charakterisierung der Qualität von graphenhaltigen Materialien und Graphendispersionen in Flüssigkeiten oder Polymeren werden als wesentlich für ein anhaltendes Wachstum von Anwendungen, in denen Graphen eingesetzt wird, erachtet. Zwischen einzelnen Messlaboren bestehen immer noch erhebliche Unterschiede in der Methodologie und Interpretation. Daher ist es extrem schwierig, die Qualität von Graphenmaterialien zu vergleichen und zu spezifizieren. Obgleich bei diesen Messungen Fortschritte gemacht wurden, sind weitere deutliche Verbesserungen bei der genauen Messung und Charakterisierung der Eigenschaften von graphenhaltigen Materialien sowie ein Protokoll für diese Vorgänge nötig (z. B. wie die Merkmale, die für die Qualität des vollendeten nanobasierten Produktes relevant sind, beschrieben/spezifiziert werden).

Genauso wichtig wie die Verbesserungen der Mess- und Charakterisierungsverfahren ist außerdem die Entwicklung von Referenzmaterialien. Zusätzlich wird betont, dass für jede der Analysemethoden die Methode zur Präparierung der Probe, die Probengröße und das Probenahmeverfahren spezifiziert werden müssen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm stellt einen Vordruck für eine Materialspezifikation für grundlegende elektrische und bestimmte andere Merkmale von Graphen bereit, inklusive optischer, dimensionaler und mechanischer Eigenschaften, die relevant für die Funktionalität, Widerstandsfähigkeit und Zuverlässigkeit des fertigen nanobasierten Produktes sind.

Diese Norm liefert ein standardisiertes Format für Materialspezifikationen, die die wesentlichen Grundeigenschaften von Graphen charakterisieren, und empfiehlt Messmethoden.

Graphen mit chemischen Modifikationen, in einer Lösung dispergiert oder auf einem Substrat aufgewachsen, ist eingeschlossen.

Eigenschaften und Merkmale, die nicht relevant für eine spezifische Anwendung sind, können als nicht zutreffend oder nicht spezifiziert klassifiziert werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO/TS 80004-1, *Nanotechnologies – Vocabulary – Part 1: Core terms*

ISO/TS 80004-3, *Nanotechnologies – Vocabulary – Part 3: Carbon nano-objects*

ISO/TS 80004-13, *Nanotechnologies – Vocabulary – Part 13: Graphene and other two dimensional materials*

ISO/TS 16949, *Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations*

ANMERKUNG 1 Ergänzende Informationen werden im Literaturverzeichnis zur Verfügung gestellt.

ANMERKUNG 2 Terminologie und Nomenklatur werden von IEC/TC 113/JWG 1 in Zusammenarbeit mit ISO/TC 229 entwickelt, publizierte Terminologienormen oder Spezifikationen dieser Gruppe werden in dieses Dokument einfließen.

ANMERKUNG 3 Messung und Charakterisierung werden von IEC/TC 113/JWG 2 in Zusammenarbeit mit ISO/TC 229 entwickelt, publizierte Messnormen oder Spezifikationen dieser Gruppe werden in dieses Dokument einfließen.

3 Begriffe

3.1 Graphen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG 1 Terminologie und Nomenklatur werden von IEC/TC 113/JWG 1 in Zusammenarbeit mit ISO/TC 229 entwickelt, publizierte Terminologienormen oder Spezifikationen dieser Gruppe werden in dieses Dokument einfließen. Noch nicht spezifizierte Definitionen werden der wissenschaftlichen Literatur entnommen.

ANMERKUNG 2 Messung und Charakterisierung werden von IEC/TC 113/JWG 2 in Zusammenarbeit mit ISO/TC 229 entwickelt, publizierte Messnormen oder Spezifikationen dieser Gruppe werden in dieses Dokument einfließen. Noch nicht spezifizierte Messmethoden werden der wissenschaftlichen Literatur entnommen.

Zweischichtiges Graphen

Mehrschichtiges Graphen

Einschichtiges Graphen

Domäne

Domänenengröße

Flockengröße

Flocke

Korn

Korngröße

Stapelwinkel

Fehler

Punktfehler

Linienfehler

Ebenenfehler

Polykristallines Graphen

Dispersionsstabilität

Dicke

Anzahl der Schichten

Rückstände

Modul

3.2 Abkürzungen

AFM	Rasterkraftmikroskopie (en: Atomic Force Microscopy)
BET	Brunauer-Emmet-Teller-Methode zur Bestimmung der Oberfläche durch Gasabsorption [2]
CLS	Zentrifugale Sedimentation (en: Centrifugal Liquid Sedimentation)
CVD	chemische Gasphasenabscheidung (en: Chemical Vapour Deposition)
EPMA	Elektronenstrahlmikroanalyse (en: Electron Probe Micro Analysis)
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (en: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry)
NIR	Nahinfrarotspektroskopie
PL	Photolumineszenz
Raman	Raman-Spektroskopie
SEM	Rasterelektronenmikroskopie (en: Scanning Electron Microscopy)
SPM	Rastersondenmikroskopie (en: Scanning Probe Microscopy)

SPS	(en: Surface Photo Voltage Spectroscopy)
STS	Rastertunnelspektroskopie (en: Scanning Tunneling Spectroscopy)
SThPM	Thermische Rastersondenmikroskopie (en: Scanned Thermal Probe Microscopy)
STM	Rastertunnelmikroskopie (en: Scanning Tunneling Microscopy)
TGA	Thermogravimetrische Analyse
TG-MS	Thermogravimetrische Massenspektrometrie (en: Thermogravimetry-Mass Spectrometry)
TEM	Transmissionselektronenmikroskop
UV	Ultraviolett-spektronomie
UV-vis-NIR	UV-vis-NIR-Absorptionsspektroskopie
XPM	Röntgenphotoelektronenmikroskopie (en: X-ray Photoelectron Microscopy)
XPS	Röntgenphotoelektronenspektroskopie (en: X-ray Photoelectron Spectroscopy)
SALS	Kleinwinkellichtstreuung (en: Small Angle Light Scattering)
DLS	Dynamische Lichtstreuung

4 Grundlegende Informationen

Dieser Abschnitt fasst die wesentlichen Merkmale von Graphen zusammen, nennt die grundlegenden Beziehungen, die diese Parameter bestimmen, und listet die typischen numerischen Werte basierend auf den Informationen aus [1] für diese Parameter auf.

5 Allgemeine Einführung zu Messmethoden

Die Spezifikation der Materialparameter von Graphen verweist auf Messmethoden, für die es entweder aktuell noch keine Normen gibt oder für die solche Normen kürzlich von der IEC/ISO TC 113-Joint Working Group 2 (WG 2) entwickelt wurden. Aus praktischen Gründen für die industrielle Anwendung in der Herstellung von elektronischen Produkten empfiehlt diese Norm nur eine Messmethode für jeden Materialparameter.

Fehlen adäquate standardisierte Verfahren für die industrielle Anwendung, muss der Anwender die folgenden Mindestanforderungen an die Dokumentation erfüllen:

- Beschreibung der Probenvorbereitung
- Messverfahren
- Stichprobenumfang und statistische Signifikanz
- Beschreibung, wie aus den originalen Messdaten die spezifizierten Materialparameter ermittelt werden

Die Wahl der Messmethoden und -verfahren ist mit Berücksichtigung auf die Anwendung und unter Einbeziehung ihrer Kosten, Robustheit und Effizienz zu treffen. Es wird empfohlen, dass sich Lieferant und Anwender auf die Methoden einigen, wobei beachtet werden sollte, ob zu diesen Methoden Normen verfügbar sind. Gibt es solche Normen noch nicht, so wird dringend empfohlen, dass entsprechende Standardisierungsprojekte in der IEC und/oder der ISO angestoßen werden.

6 Anforderungen an die Grundspezifikation

Eine Grundspezifikation ist ein Dokument, das ein kommerziell und technisch geeignetes Graphenprodukt mit konstanter Qualität und parametrischer Kontrolle beschreibt. Graphen, das in Übereinstimmung mit dieser Spezifikation hergestellt wird, ist durch regelmäßige Prozesskontrollen (im Herstellungsprozess des Graphens) zu qualifizieren, um zu zeigen, dass der Prozess kontrolliert stattfindet. Dies erfolgt in Übereinstimmung mit der gängigen Industriepraxis, nach der der Kontrollnachweis über statistische Prozesskontrolle (SPC) umgesetzt wird, wie sie z. B. in ISO/TS 16949 festgelegt ist.

Die in Tabelle 3 aufgeführte Liste der Eigenschaften entspricht der Anforderung an die Grundspezifikation.

7 Empfohlenes Format der Graphenspezifikation

7.1 Allgemeine Beschaffungsinformationen

Der Stand der Technik in der Graphenherstellung erzeugt bisher noch kein reines Graphen. Daher sind die in Tabelle 1 aufgeführten allgemeinen Beschaffungsinformationen vom Lieferanten anzugeben.

Tabelle 1 – Format für allgemeine Informationen

Position	Information	Datum
Allgemeine Spezifikationsnummer		
Versionsnummer		
Produktnummer/Version		
Herstellungsmethode	Aktualisierung [] andere (spezifizieren):	
Funktionalisierung, falls zutreffend (Einzelheiten sind anzugeben)	Aktualisierung	
Zusammensetzung der Dispersion, falls zutreffend		
Substrat, falls zutreffend		
Einkapselung für Graphenbauelemente, falls zutreffend		

7.2 Allgemeine Merkmale

Die in Tabelle 2 aufgeführten allgemeinen Merkmale sind zwischen dem Lieferanten und dem Anwender abzusprechen. Eigenschaften und Merkmale, die nicht relevant für die Anwendung sind, können als nicht zutreffend oder nicht spezifiziert klassifiziert werden.

Tabelle 2 – Format für allgemeine Merkmale [1]

Position	Spezifikation	Empfohlene Methode(n)	Andere Messmethoden
2-1			
2-2			
2-3			
2-4			
2-5			
2-6			

7.3 Elektrische Merkmale

Die in Tabelle 3 aufgeführten elektrischen Merkmale sind zwischen dem Lieferanten und dem Anwender abzusprechen. Eigenschaften und Merkmale, die nicht relevant für die Anwendung sind, können als nicht zutreffend oder nicht spezifiziert klassifiziert werden.