

DIN EN ISO 14644-9

ICS 13.040.35

Entwurf

Einsprüche bis 2022-03-14
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 14644-9:2012-12

**Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche –
Teil 9: Klassifizierung der partikulären Oberflächenreinheit
(ISO/FDIS 14664-9:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14664-9:2021**

Cleanrooms and associated controlled environments –
Part 9: Assessment of surface cleanliness for particle concentration
(ISO/FDIS 14664-9:2021);
German and English version prEN ISO 14664-9:2021

Salles propres et environnements maîtrisés apparentés –
Partie 9: Classification de la propreté des surfaces par la concentration de particules
(ISO/FDIS 14664-9:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 14664-9:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-01-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14644-9:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209 „Cleanrooms and associated controlled environments“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 243 „Reinraumtechnologie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-02-21 AA „Reinraumtechnik (SpA CEN/TC 243 und ISO/TC 209)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 4287	siehe	DIN EN ISO 4287
ISO 4288	siehe	DIN EN ISO 4288
ISO 5725-2	siehe	DIN ISO 5725-2
ISO 10576-1	siehe	DIN ISO 10576-1
IEC 61340-5-1	siehe	DIN EN 61340-5-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14644-9:2012-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) „Klasse“ (Klassifizierung, klassifiziert) wurde, wo es angebracht ist, in Grad oder Bewertung geändert;
- b) ISO 14644-6 wurde aus dem Einleitungstext von Abschnitt 3 und folglich auch aus Abschnitt 2 entfernt;
- c) Eintrag 3.8 wurde aus Abschnitt 3 entfernt;
- d) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287)*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288)*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-2)*

DIN ISO 10576-1, *Statistische Verfahren — Leitfaden für die Beurteilung der Konformität mit vorgegebenen Anforderungen — Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO 10576-1)*

DIN EN 61340-5-1, *Elektrostatik — Teil 5-1: Schutz von elektronischen Bauelementen gegen elektrostatische Phänomene — Allgemeine Anforderungen (IEC 61340-5-1:2016)*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 14644-9:2022-02

– Leerseite –

**Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche – Teil 9: Klassifizierung der
partikulären Oberflächenreinheit (ISO/FDIS 14664-9:2021)**

Cleanrooms and associated controlled environments – Part 9: Assessment of surface cleanliness for particle concentration (ISO/FDIS 14664-9:2021)

Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Partie 9: Classification de la propreté des surfaces par la concentration de particules (ISO/FDIS 14664-9:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	8
5 Bewertungssystem für den Oberflächenreinheitsgrad	9
5.1 Format der ISO-SCP-Klasseneinstufung	9
5.2 Bezeichnung	12
5.3 Allgemeine Angaben zu den partikulären Oberflächenreinheitsstufen	12
6 Nachweis der Konformität	12
6.1 Kurzbeschreibung	12
6.2 Prüfung	12
6.3 Prüfbericht	13
Anhang A (informativ) Oberflächenkenngrößen	16
A.1 Beschreibung der Oberfläche	16
A.2 Oberflächenkenngrößen	16
A.2.1 Rauheit	16
A.2.2 Porosität	16
A.2.3 Härte	17
A.2.4 Statische Elektrizität	17
A.2.5 Oberflächenspannung	18
Anhang B (informativ) Deskriptor für festgelegte Partikelgrößenbereiche	20
B.1 Anwendung	20
B.2 Oberflächendeskriptor für festgelegte Partikelgrößenbereiche	20
Anhang C (informativ) Parameter, die die SCP-Klasseneinstufung beeinflussen	23
C.1 Hintergrund	23
C.2 Parameter	23
C.2.1 Physikalische oder chemische Eigenschaften	23
C.2.2 Form der Oberfläche und Partikel	23
C.2.3 Fähigkeit zur Messung/Analyse und angemessene statistische Hilfsmittel für die Analyse der Partikel	24
C.2.4 Herkunft der Partikel	24
Anhang D (informativ) Messverfahren für die Ermittlung der partikulären Oberflächenreinheit	25
D.1 Partikuläre Oberflächenreinheit	25
D.2 Kriterien für die Messung der partikulären Oberflächenreinheit	25
D.2.1 Allgemeines	25
D.2.2 Anforderungen an das Messverfahren	25
D.2.3 Messverfahren	26
D.2.4 Bestimmung der Anzahl der Proben	30
D.2.5 Verpackung der Prüfproben	30
D.2.6 Messverfahren	31
D.2.7 Weitere Messverfahren	32
D.3 Dokumentation der partikulären Oberflächenreinheit	34
Literaturhinweise	35

Bilder

Bild 1 — SCP-Klassen	11
Bild A.1 — Form eines Tropfens einer Flüssigkeit in Kontakt mit einer festen Oberfläche bei einem Kontaktwinkel von $\theta < 90$	19

Tabellen

Tabelle 1 — Ausgewählte SCP-Klassen für Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche	9
Tabelle D.1 — Vergleich der Messverfahren für den direkten Nachweis von Partikeln auf Oberflächen	26
Tabelle D.2 — Vergleich der Messverfahren für den indirekten Nachweis von Partikeln auf Oberflächen	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14644-9:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209 „Cleanrooms and associated controlled environments“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 243 „Reinraumtechnologie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 14644-9:2012 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 14644-9:2021 wurde von CEN als prEN ISO 14644-9:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209, *Cleanrooms and associated controlled environments*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 243, *Reinraumtechnologie*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14644-9:2012), die geringfügig überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Im englischen Text wurde „Class“ (classification, classified), sofern angebracht, in „grade“ bzw. „assessment“ geändert;
- ISO 14644-6 wurde im Einleitungstext in Abschnitt 3 und somit auch Abschnitt 2 gestrichen;
- Eintrag 3.8 in Abschnitt 3 wurde gestrichen;
- geringfügige redaktionelle Änderungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 14644 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche sorgen für die Regelung des passenden Reinheitsgrads bei der Durchführung kontaminationsempfindlicher Tätigkeiten. Zu den Produkten und Prozessen, für die die Regelung der Kontamination Vorteile bringt, gehören u. a. diejenigen in folgenden Industriezweigen: Luft und Raumfahrt, Mikroelektronik, Optik, Atomwirtschaft und Lebenswissenschaften (Arzneimittel, Medizinprodukte, Nahrungsmittel und Gesundheitswesen).

ISO 14644-1 bis ISO 14644-8, ISO 14698-1 und ISO 14698-2 behandeln ausschließlich die luftgetragene partikuläre und die luftgetragene chemische Kontamination. Bei der Gestaltung und Spezifikation sowie beim Betrieb und der Regelung von Reinräumen und sonstigen zugehörigen Reinraumbereichen sollten neben der Bewertung der Oberflächenreinheit weitere Faktoren berücksichtigt werden. Diese Faktoren werden in weiteren Teilen der ISO 14644 und in der ISO 14698 ausführlicher behandelt.

Dieses Dokument liefert einen analytischen Prozess zur Bestimmung und Bezeichnung von Reinheitsgraden aufgrund der Partikelkonzentrationen auf einer Oberfläche. Dieses Dokument führt auch einige Prüfverfahren sowie Verfahrensweisen zur Bestimmung der Partikelkonzentration von Oberflächen auf.

Sofern Aufsichtsbehörden zusätzliche Richtlinien oder Einschränkungen festlegen, sind möglicherweise entsprechende Anpassungen der Prüfverfahren erforderlich.

ANMERKUNG Wird die Bewertung der partikulären Oberflächenreinheit (SCP) an kritischen Kontrollpunkten als zusätzliches Reinheitsattribut für die Klassifizierung der Luftreinheit durch luftgetragene Partikelkonzentration nach ISO 14644-1 verwendet, kann der Raum als Reinraum oder Reinbereich bezeichnet werden. Wird nur SCP verwendet, wird der Raum als kontrollierter Bereich bezeichnet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren für die Bewertung der partikulären Reinheitsgrade auf festen Oberflächen für Anwendungen in Reinräumen und zugehörigen Reinraumbereichen. Empfehlungen zu Prüf- und Messverfahren sowie Angaben zu Oberflächenkenngrößen sind in Anhang A bis Anhang D enthalten.

Dieses Dokument gilt für alle festen Oberflächen in Reinräumen und zugehörigen Reinraumbereichen, wie z. B. Wände, Decken, Fußböden, Arbeitsbereiche, Werkzeuge, Ausrüstungsgegenstände und Produkte. Das Verfahren für die Bewertung der partikulären Oberflächenreinheit (en: surface cleanliness by particle concentration, SCP) ist auf Partikel mit einer Größe zwischen 0,05 µm und 500 µm begrenzt.

Die folgenden Punkte werden in diesem Dokument nicht behandelt:

- Anforderungen an die Reinheit und Eignung von Oberflächen für bestimmte Prozesse;
- Verfahrensweisen für die Reinigung von Oberflächen;
- Materialkenngrößen;
- Bezüge auf die wechselseitigen Bindungskräfte oder Entstehungsprozesse, die üblicherweise zeitabhängig und prozessabhängig sind;
- Auswahl und Anwendung statistischer Bewertungs- und Prüfverfahren;
- weitere Kenngrößen von Partikeln, wie z. B. elektrostatische Ladung, Ionenladungen und mikrobiologischer Zustand.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Deskriptor für festgelegte Partikelgrößenbereiche

Differentialdeskriptor, der den Grad der partikulären Oberflächenreinheit (SCP) innerhalb festgelegter Partikelgrößenbereiche angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Deskriptor darf auf Bereiche der Partikelgröße angewendet werden, die von besonderem Interesse sind, oder auf die Partikelgrößenbereiche, die außerhalb des Bereichs des Einstufungssystems liegen; er kann sowohl unabhängig als auch als Ergänzung zu den SCP-Klassen festgelegt werden.

3.2

direktes Messverfahren

Beurteilung der zu bestimmenden Kontamination ohne jegliche Zwischenschritte

3.3

indirektes Messverfahren

Beurteilung der zu bestimmenden Kontamination mit Zwischenschritten

3.4

feste Oberfläche

Grenzfläche zwischen der festen und einer zweiten Phase

3.5

Oberflächenpartikel

feste und/oder flüssige Materie, die an einer betrachteten Oberfläche haftet und diskontinuierlich über diese verteilt ist, mit der Ausnahme filmartiger Materie, die die gesamte Oberfläche bedeckt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Haftung der Partikel an der Oberfläche erfolgt durch chemische und/oder physikalische Wechselwirkungen.

3.6

partikuläre Oberflächenreinheit

SCP, en: surface cleanliness by particle concentration

der Zustand einer Oberfläche mit Bezug auf deren Partikelkonzentration

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberflächenreinheit ist neben weiteren Faktoren von den Material- und Gestaltungs-kenngrößen, Beanspruchungslasten (Komplexität der auf die Oberfläche wirkenden Lasten) und vorherrschenden Umgebungsbedingungen abhängig.

3.7

Klasse der partikulären Oberflächenreinheit

SCP-Einstufung

Einstufungszahl zur Angabe der höchstens zulässigen Oberflächenkonzentration, in Partikel je Quadratmeter, für die betrachtete Partikelgröße [SCP-Klassen 1 bis 8 der partikulären Oberflächenreinheit (SCP)], wobei Klasse 1 den saubersten Grad darstellt

3.8

Partikelkonzentration der Oberfläche

Anzahl einzelner Partikel je Flächeneinheit der betrachteten Oberfläche

4 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden abgekürzten Begriffe.

AFM	Rasterkraftmikroskopie (en: atomic force microscopy)
CNC	Kondensationskernzähler (en: condensation nucleus counter)
EDX	energiedispersive Röntgenspektroskopie (en: energy dispersive X-ray spectroscopy)
ESCA	Elektronenspektroskopie für die chemische Analyse (en: electron spectroscopy for chemical analysis)
ESD	elektrostatische Entladung (en: electrostatic discharge)
IR	Infrarotabsorptionsspektroskopie (en: infrared absorption spectroscopy)
OPC	optischer Partikelzähler (en: optical particle counter)
PET	Polyethylenterephthalat (en: polyethylene terephthalate)
SCP	partikuläre Oberflächenreinheit (en: surface cleanliness by particle concentration)
SEM	Rasterelektronenmikroskop (en: scanning electron microscopy)
UV	UV-Spektroskopie (en: ultraviolet spectroscopy)
WDX	wellenlängendispersive Röntgenspektroskopie (en: wavelength-dispersive X-ray spectroscopy)

5 Bewertungssystem für den Oberflächenreinheitsgrad

5.1 Format der ISO-SCP-Klasseneinstufung

Der Grad der partikulären Obeflächenreinheit (SCP) in einem Reinraum oder einem zugehörigen Reinraumbereich ist durch eine Einstufungsnummer N zu bezeichnen, die die höchstens zulässige Gesamtpartikelkonzentration auf Oberflächen für die jeweils betrachtete Partikelgröße festlegt.. N muss nach Gleichung (1) mit der für jede betrachtete Partikelgröße D höchstens zulässigen Gesamtpartikelkonzentration der Oberfläche $C_{SCP;D}$, in Partikel je Quadratmeter Oberfläche, bestimmt werden:

$$C_{SCP;D} = k \frac{10^N}{D} \quad (1)$$

Dabei ist

$C_{SCP;D}$ die höchstens zulässige Gesamt-Oberflächenkonzentration, in Partikel je Quadratmeter Oberfläche, an Partikeln, welche größer gleich der betrachteten Partikelgröße sind; $C_{SCP;D}$ wird auf der Grundlage von höchstens drei signifikanten Stellen auf die nächste ganze Zahl gerundet;

N die SCP-Einstufungszahl, die auf die SCP-Klassen 1 bis 8 begrenzt ist; die SCP-Klassennummer N wird durch den gemessenen Partikeldurchmesser D , in Mikrometer, dargestellt;

— ANMERKUNG N bezieht sich auf den Exponenten zur Basis 10 für die Partikelkonzentration bei einer Bezugspartikelgröße von 1 μm .

— D die betrachtete Partikelgröße, in Mikrometer;
eine Konstante von 1, in Mikrometer.

ANMERKUNG 1 Aufgrund der dynamischen Kenngrößen hinsichtlich der Entstehung und des Transports von Partikeln kann die auf der Partikelkonzentration beruhende SCP-Klasse ein zeit- und prozessabhängiger Wert sein.

ANMERKUNG 2 Aufgrund der Komplexität der statistischen Bewertungen und der bereits verfügbaren zusätzlichen Literatur sind die Auswahl und Anwendung statischer Prüfungsverfahren nicht in diesem Dokument beschrieben.

Die aus Gleichung (1) abgeleitete Konzentration $C_{SCP;D}$ dient als definitiver Wert. Tabelle 1 enthält ausgewählte SCP-Klasseneinstufungen und die entsprechenden höchstzulässigen kumulativen Gesamtpartikelkonzentrationen für die betrachteten Partikelgrößen.

Bild 1 enthält eine Darstellung der ausgewählten Klassen der Oberflächenpartikel in graphischer Form.

Tabelle 1 — Ausgewählte SCP-Klassen für Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche

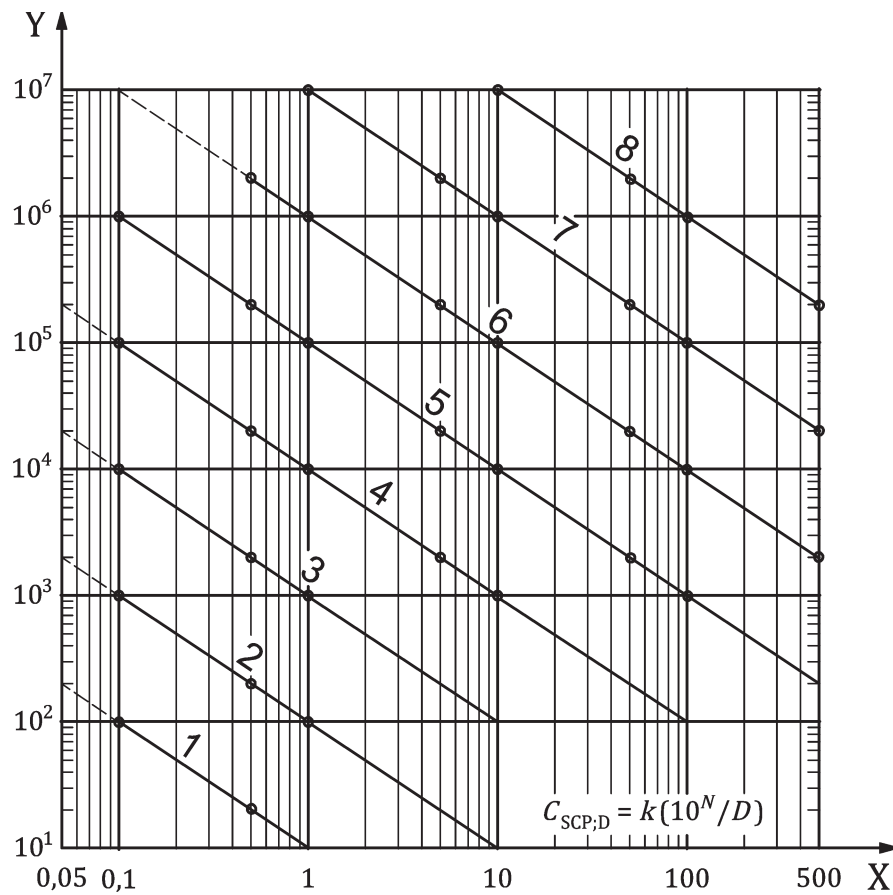
Einheiten in Partikel je Quadratmeter

SCP-Klasse	Partikelgröße								
	$\geq 0,05 \mu\text{m}$	$\geq 0,1 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 1 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$	$\geq 10 \mu\text{m}$	$\geq 50 \mu\text{m}$	$\geq 100 \mu\text{m}$	$\geq 500 \mu\text{m}$
SCP-Klasse 1	(200)	100	20	(10)					
SCP-Klasse 2	(2 000)	1 000	200	100	(20)	(10)			
SCP-Klasse 3	(20 000)	10 000	2 000	1 000	(200)	(100)			
SCP-Klasse 4	(200 000)	100 000	20 000	10 000	2 000	1 000	(200)	(100)	
SCP-Klasse 5		1 000 000	200 000	100 000	20 000	10 000	2 000	1 000	(200)

Tabelle 1 (*fortgesetzt*)

Einheiten in Partikel je Quadratmeter

SCP-Klasse	Partikelgröße								
	≥ 0,05 µm	≥ 0,1 µm	≥ 0,5 µm	≥ 1 µm	≥ 5 µm	≥ 10 µm	≥ 50 µm	≥ 100 µm	≥ 500 µm
SCP-Klasse 6		(10 000 000)	2 000 000	1 000 000	200 000	100 000	20 000	10 000	2 000
SCP-Klasse 7				10 000 000	2 000 000	1 000 000	200 000	100 000	20 000
SCP-Klasse 8						10 000 000	2 000 000	1 000 000	200 000
<p>Bei den Werten in Tabelle 1 handelt es sich um Konzentrationen an Partikeln der zugehörigen Partikelgröße und SCP-Klasse je Quadratmeter Oberfläche (1 m²), welche größer oder gleich der betrachteten Partikelgröße sind (C_{SCP,D}).</p> <p>Sind Zahlen in Klammern angegeben, sollten die entsprechenden Partikelgrößen nicht zu Einstufungszwecken verwendet werden; für die genauere Bestimmung ist eine andere Partikelgröße auszuwählen.</p> <p>Die Mindestfläche für die Messungen sollte statistisch repräsentativ für die betrachtete Oberfläche sein.</p>									
<p>ANMERKUNG Die Bewertung der unteren SCP-Klassen erfordert zahlreiche Messungen, um einen signifikanten Wert zu erhalten.</p>									



Legende

X betrachtete Partikelgröße, D (μm)

Y Partikelkonzentration auf einer Oberfläche $\geq D$, $C_{\text{SCP};D}$

- 1 SCP-Klasse 1
- 2 SCP-Klasse 2
- 3 SCP-Klasse 3
- 4 SCP-Klasse 4
- 5 SCP-Klasse 5
- 6 SCP-Klasse 6
- 7 SCP-Klasse 7
- 8 SCP-Klasse 8

Zum Zwecke der Einstufung sind die im Diagramm dargestellten durchgezogenen Linien anzuwenden. Die gestrichelten Linien sollten nicht für die Einstufung verwendet werden.

ANMERKUNG Die Partikelverteilung auf den Oberflächen ist üblicherweise keine Normalverteilung. Sie wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst wie z. B. Rauheit, Porosität, elektrostatische Ladung und Anlagerungsvorgänge (siehe Anhang A).

Bild 1 —SCP-Klassen

BEISPIEL Die SCP-Klasse 5 ($1\mu\text{m}$) bedeutet, dass bei einer betrachteten Partikelgröße von $\geq 1\mu\text{m}$ ($D=1$) auf 1m^2 Oberfläche höchstens 10^5 Partikel vorkommen dürfen. Die SCP-Klasse 5 ($10\mu\text{m}$) bedeutet, dass bei einer betrachteten Partikelgröße von $\geq 10\mu\text{m}$ ($D=10$) auf 1m^2 Oberfläche höchstens 10^4 Partikel vorkommen dürfen. Jede weitere gemessene Partikelgröße ($D=x$), die zu einer Konzentration führt, die unterhalb der entsprechenden SCP-Linie liegt, erfüllt die Spezifikation der SCP-Klasse 5 ($x\mu\text{m}$).

Für Partikelgrößen, die außerhalb des Einstufungssystems liegen, und in Fällen wo nur ein enger Partikelbereich oder einzelne Partikelgrößen von Interesse sind, kann ein Deskriptor angewendet werden (siehe Anhang B).

5.2 Bezeichnung

Das Format der Nummer der SCP-Klasse muss wie folgt sein: SCP-Klasse N (D μm).

Die Bezeichnung der SCP-Klasse für Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche muss auch Folgendes enthalten:

- a) den gemessenen Oberflächentyp;
- b) die gemessene Oberfläche;
- c) das angewendete Messverfahren.

Die Einzelheiten zu den angewendeten Messverfahren, einschließlich der Probenahmeverfahren und Messgeräte, sollten den Prüfberichten entnommen werden.

Die betrachtete Partikelgröße sollte zwischen Kunde und Lieferant vereinbart werden.

Die SCP-Klasse ist in Bezug auf den gemessenen Partikelgrößendurchmesser anzugeben.

BEISPIEL 1 SCP-Klasse 2 (0,1 μm); Wafer oder Glassubstrat, Oberflächengröße: 310 cm^2 ; Oberflächenpartikelzähler.

BEISPIEL 2 SCP-Klasse 5 (0,5 μm); Innenwand einer Flasche; Oberflächengröße: 200 cm^2 ; Flüssigkeitsdispersion – Flüssigkeitspartikelzähler.

5.3 Allgemeine Angaben zu den partikulären Oberflächenreinheitsstufen

Die Konzentration luftgetragener Partikel und die Partikelkonzentration der Oberfläche stehen im Allgemeinen miteinander im Zusammenhang. Dieser Zusammenhang hängt von vielen Faktoren ab wie Turbulenzgrad der Luftströmung, Grad der Anlagerung, Anlagerungszeitpunkt, Anlagerungsgeschwindigkeit, Konzentration in der Luft, und Kenngrößen der Oberfläche, wie z. B. elektrostatische Ladung (siehe A.2.4).

Um die SCP zu bestimmen, sollten verschiedene Parameter (siehe Anhang C) und Oberflächenkenngrößen (siehe Anhang A) berücksichtigt werden, die die Prüfung beeinflussen.

6 Nachweis der Konformität

6.1 Kurzbeschreibung

Die Übereinstimmung mit den durch den Kunden festgelegten Anforderungen an die SCP-Reinheitsklasse wird durch Prüfungen und Bereitstellung der Dokumentation der Prüfergebnisse und -bedingungen nachgewiesen.

Einzelheiten zum Nachweis der Konformität (siehe 6.3) sind im Vorfeld der Prüfung zwischen Kunde und Lieferant zu vereinbaren.

6.2 Prüfung

Prüfungen, die durchgeführt werden, um die Konformität nachzuweisen, sind in einem zugehörigen Reinraumbereich unter Anwendung der geeigneten Messverfahren und, sofern möglich, mit kalibrierten Geräten durchzuführen.

Für den Nachweis der Konformität dürfen direkte und indirekte Prüfverfahren angewendet werden, wie sie in Anhang D angegeben sind. Die Auflistung der beschriebenen typischen Verfahren ist nicht vollständig. Alternative Verfahren mit vergleichbarer Genauigkeit dürfen nach Vereinbarung festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Messung mit verschiedenen Verfahren kann auch bei ordnungsgemäßer Anwendung zu unterschiedlichen Ergebnissen mit gleicher Gültigkeit führen.

Wiederholungsmessungen werden empfohlen.

Prüfverfahren und -umgebung sind zwischen Kunde und Lieferant zu vereinbaren.

Es sollten Maßnahmen getroffen werden, um die elektrostatische Ladung um den Prüfbereich herum zu verringern, da diese die Anlagerung von Partikeln auf Oberflächen erhöht. Sofern die Oberfläche weder elektrisch leitend noch geerdet oder ladungsneutralisiert ist, können elektrostatische Ladungen auftreten (siehe Anhang A). Daher können die Prüfergebnisse schwanken.

6.3 Prüfbericht

Die Ergebnisse der Prüfung jeder einzelnen Oberfläche sind aufzuzeichnen und in Form eines umfassenden Berichts zusammen mit einer Angabe zur Konformität oder Nichtkonformität mit der/den festgelegten SCP-Klasse(n) einzureichen.

Der Prüfbericht muss mindestens Folgendes enthalten:

a) Eckdaten:

- Datum und Zeitpunkt der Prüfung;
- Name und Adresse der Organisation;
- Name der Prüfer/Namen des Prüfpersonals;

b) Herangezogene Verweisungen:

- Normen;
- Richtlinien;
- Vorschriften;
- Nummer und Jahr der Veröffentlichung dieses Dokuments (d. h. ISO 14644-9:—;

c) Umgebungsdaten:

- bei der Probenahme vorliegende Umgebungsbedingungen (d. h. Temperatur, Luftfeuchte, Reinheit);
- bei der Messung vorliegende Umgebungsbedingungen (d. h. Temperatur, Luftfeuchte, Reinheit) (bei direkten Verfahren nicht unbedingt erforderlich);
- Ort der Messung (z. B. Raum);

d) Prüfobjekt:

- eindeutige Identifikation des Prüfgegenstands;
- Beschreibung des Prüfgegenstands;

- graphische Darstellung und/oder Zeichnung des Prüfobjekts;
- e) Prüfaufbau:
- Foto und/oder Zeichnung des Prüfaufbaus;
 - Beschreibung der Betriebsparameter;
 - Beschreibung der Messpunkte;
 - Beschreibung der im Prüfaufbau angewendeten Messgeräte;
- f) Messgeräte:
- Identifikation der angewendeten Geräte und Messgeräte sowie aktuelle Kalibrierzertifikate;
 - Messbereich der angewendeten Messgeräte;
 - Verweisung auf die Kalibrierzertifikate;
- g) Durchführung der Prüfung:
- zutreffende Einzelheiten des angewendeten Prüfverfahrens, einschließlich jeglicher verfügbarer Daten zur Beschreibung der Abweichungen vom Prüfverfahren (sofern vereinbart);
 - Zustand der Oberfläche vor der Probenahme (z. B. nach dem Reinigen, nach dem Verpacken, unter Umgebungsbedingungen oder unter Vakuum);
 - festgelegte Prüf- und Messverfahren;
 - Betriebszustand/-zustände während Probenahme und Messung;
 - festgelegte Prüfverfahren;
 - die gesamte vereinbarte Dokumentation (z. B. Rohdaten, Hintergrund-Partikelkonzentrationen, Bilder, graphische Darstellungen, Reinigung und Verpackung);
 - Dauer, Ort und Position der Probenahme (bei direkten Verfahren nicht unbedingt erforderlich);
 - Dauer, Ort und Position der Messung (bei direkten Verfahren nicht unbedingt erforderlich);
 - während der Probenahme/Messung gemachte nennenswerte Beobachtungen, sofern zutreffend;
 - Anzahl der durchgeführten Messungen;
 - eindeutige Identifizierung der Position und der Ausdehnung der gemessenen Oberfläche sowie spezifische Bezeichnungen für die Oberflächenkoordinaten, sofern zutreffend;
- h) Ergebnisse und Analyse:
- Sichtprüfung der Prüfoberfläche vor und nach der Messung, sofern zutreffend;
 - Messwerte und/oder deren Analyse;
 - Aussage über die Datenqualität;
 - betrachtete Partikelgrößenbereiche;

- Prüfergebnisse, einschließlich der Daten der Partikelkonzentration(en) für gegebene Partikelgrößen, für alle durchgeführten Prüfungen;
- SCP-Klasse mit Bezeichnung als SCP-Reinheitsklasse *N*;
- Annahmekriterien für die reine Oberfläche, sofern zwischen Kunde und Lieferant vereinbart.

Anhang A (informativ)

Oberflächenkenngrößen

A.1 Beschreibung der Oberfläche

Eine Oberfläche ist im Allgemeinen durch ihre Struktur (wie z. B. Rauheit, Porosität), mechanische Eigenschaften (z. B. Härte) und physikalisch-chemische Eigenschaften (z. B. elektrostatische Ladung der Oberfläche und Oberflächenspannung) gekennzeichnet. Jede dieser Eigenschaften sollte betrachtet werden, bevor ein Prüfverfahren für die Bewertung der Oberflächenreinheit oder als Hilfsmittel zur Auslegung der Prüfergebnisse ausgewählt wird.

A.2 Oberflächenkenngrößen

A.2.1 Rauheit

A.2.1.1 Beschreibung

Da die Rauheit einer Oberfläche viele ihrer physikalischen Eigenschaften beeinflusst, kann sie nicht einfach durch einen einzelnen Parameter beschrieben werden und stellt auch keine spezifische Eigenschaft der Oberfläche dar. Rauheit liegt in zwei Hauptebenen vor: in rechten Winkeln zur Oberfläche, wobei sie durch die Höhe charakterisiert werden kann, und in der Ebene der Oberfläche, wobei sie in diesem Fall als „Struktur“ identifiziert wird und durch die Welligkeit charakterisiert ist. Die Rauheit einer Oberfläche kann durch mechanische oder optische Verfahren ermittelt werden.

A.2.1.2 Prüfung

Ein häufig angewendetes mechanisches Verfahren für die Bestimmung der Rauheit ist ein Gerät mit Taststift (z. B. siehe ISO 4287 oder ISO 4288).

Häufig angewendete optische Verfahren für die Bestimmung der Rauheit und der Porenstruktur sind Mikroskope (Licht-, Konfokal-, Interferenzmikroskope, mit/ohne Tunneleffekt, konischer Schnitt).

A.2.2 Porosität

A.2.2.1 Definition und Beschreibung

Die Porosität stellt ein Maß für die Hohlräume in einem Material dar und wird als Dezimalstelle zwischen 0 und 1 oder als Prozentsatz zwischen 0 % und 100 % angegeben.

- **Effektive Porosität** (auch offene Porosität genannt) bezieht sich auf den Anteil am Gesamtvolumen, in dem der Flüssigkeitsdurchfluss effektiv stattfindet (dies schließt Poren ohne durchgehende Verbindung und nicht miteinander verbundene Hohlräume aus).
- **Makroporosität** bezieht sich auf Poren mit einem Durchmesser von größer oder gleich 50 nm. Der Flüssigkeitsdurchfluss durch die Makroporen wird durch Massendiffusion beschrieben.
- **Mesoporosität** bezieht sich auf Poren mit einem Durchmesser von größer oder gleich 2 nm aber weniger als 50 nm.
- **Mikroporosität** bezieht sich auf Poren mit einem Durchmesser von weniger als 2 nm. Die Bewegung in den Mikroporen wird durch Diffusionsvorgänge aktiviert.

A.2.2.2 Prüfung

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Abschätzung der Porosität eines gegebenen Materials oder Materialgemischs, das als Materialmatrix bezeichnet wird.

Das **Volumen-/Dichteverfahren** ist schnell und sehr genau (üblicherweise innerhalb von $\pm 2\%$ der tatsächlichen Porosität). Es werden das Volumen und die Masse des Materials gemessen. Die durch die Dichte des Materials geteilte Masse des Materials ergibt das Volumen, das das Material einnimmt, abzüglich des Porenvolumens. Daher entspricht das Porenvolumen einfach dem Gesamtvolumen abzüglich des Materialvolumens, d. h. $(\text{Porenvolumen}) = (\text{Gesamtvolumen}) - (\text{Materialvolumen})$.

Das **Wassersättigungsverfahren** ist geringfügig schwieriger durchzuführen, jedoch genauer und direkter. Es sind ein bekanntes Volumen des Materials und ein bekanntes Volumen Wasser zu nehmen. Das Material ist langsam in das Wasser zu kippen, sodass es während des Gießvorgangs zur Sättigung kommen kann. Dem Gemisch sollte es ermöglicht werden, einige Stunden stehen zu bleiben um sicherzustellen, dass das Material vollständig gesättigt ist. Anschließend ist das ungesättigte Wasser aus dem oberen Teil des Bechers zu entnehmen, und das Volumen dieses Wassers ist zu messen. Das ursprünglich im Becher befindliche Gesamtvolumen des Wassers abzüglich der nicht gesättigten Menge an Wasser stellt das Volumen des Porenraums dar, d. h. $(\text{Porenvolumen}) = (\text{Gesamtvolumen des Wassers}) - (\text{ungesättigtes Wasser})$.

Die **Quecksilberintrusionsporosimetrie** erfordert, dass die Probe in eine spezielle Befüllvorrichtung gegeben wird, die die Probenevakuierung, gefolgt von der Zuführung flüssigen Quecksilbers, zulässt. Anschließend wird die Größe der Quecksilberhülle als Funktion des zunehmenden aufgebrachten Drucks gemessen. Je größer der aufgebrachte Druck ist, desto kleiner sind die Poren, in die das Quecksilber eintritt. Dieses Verfahren wird typischerweise bei Poren im Bereich von $300\ \mu\text{m}$ bis $0,0035\ \mu\text{m}$ angewendet. Aufgrund der zunehmenden Sicherheitsbedenken hinsichtlich des Einsatzes von Quecksilber wurden verschiedene Intrusionsverfahren ohne Quecksilber entwickelt, die als Alternativen in Betracht gezogen werden sollten.

Die **Adsorption von gasförmigem Stickstoff** wird angewendet, um die Feinporosität in den Materialien zu bestimmen. In sehr kleinen Poren kondensiert der gasförmige Stickstoff an Porenwänden mit einem Durchmesser von weniger als $0,090\ \mu\text{m}$. Diese Kondensation wird entweder als Volumen oder als Masse gemessen.

A.2.3 Härte

Es bestehen zahlreiche Nationale und Internationale Normen zu Härteprüfungen für jegliche Arten von Materialien. Die Härte wird häufig auf der Grundlage der Durchdringungskraft einer Diamantkugel oder -spitze, der Eindringtiefe eines harten Körpers oder der Rückpralleigenschaften eines Impingers gemessen.

Die Verfahren für Metall nach Rockwell, Brinell, Shore und Vickers sind durch die ASTM E18-07 abgedeckt. Geometrie und Druck werden zu Beginn der Prüfung als eine Funktion der Dicke der Probe, der Zusammensetzung des Metalls und der angenommenen Härte ausgewählt.

A.2.4 Statische Elektrizität

A.2.4.1 Definition und Beschreibung

Die statische Elektrizität ist als elektrische Ladung definiert, die durch ein Ungleichgewicht von Elektronen an der Oberfläche eines Materials erzeugt wird. Dieses Ungleichgewicht von Elektronen erzeugt ein elektrostatisches Feld, das die Bestimmung der Oberflächenreinheit von Gegenständen beeinflussen kann. Die elektrostatische Entladung (ESD) ist als die Übertragung einer Ladung zwischen Körpern mit unterschiedlichen elektrischen Potentialen definiert.

Jegliche relative Bewegung und physikalische Trennung von Materialien oder jeglicher Fluss von Feststoffen, Flüssigkeiten oder partikelbeladenen Gasen kann zu elektrostatischen Ladungen führen. Übliche Quellen der ESD sind u. a. das Personal, Gegenstände aus üblichen Polymermaterialien sowie die Verarbeitungs-ausrüstung. Die ESD kann Teile durch den direkten Kontakt mit einer geladenen Quelle oder durch elektrische Felder schädigen, die von geladenen Gegenständen ausgehen.