

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Reinraumtechnik  
Reinheitstauglichkeit und  
Oberflächenreinheit  
  
Cleanroom technology  
Compatibility with required cleanliness  
and surface cleanliness

VDI 2083

Blatt 9.1 / Part 9.1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

<b>Inhalt</b>	Seite	<b>Contents</b>	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2	Introduction . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> . . . . .	<b>5</b>	<b>1 Scope</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>2 Normative Verweise</b> . . . . .	<b>8</b>	<b>2 Normative references</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>3 Begriffe und Definitionen</b> . . . . .	<b>8</b>	<b>3 Terms and definitions</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>4 Klassifizierung</b> . . . . .	<b>13</b>	<b>4 Classification</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>5 Anforderungen</b> . . . . .	<b>17</b>	<b>5 Requirements</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>6 Vorgehensweise zur Prüfung und Abnahme, Messtechnik</b> . . . . .	<b>21</b>	<b>6 Procedure for testing and acceptance, metrology</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>7 Dokumentation</b> . . . . .	<b>40</b>	<b>7 Documentation</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>Anhang A</b> Beispiel zur Vorgehensweise zur Reduzierung der Anzahl von Messpunkten (Repräsentationsschluss) . . . . .	<b>43</b>	<b>Annex A</b> Case study illustrating the procedure for reducing the number of measuring points (representative inference) . . . . .	<b>43</b>
<b>Anhang B</b> Berechnungsbeispiel zur Ermittlung der aus den Messungen abgeleiteten Reinraumtauglichkeit . . . . .	<b>49</b>	<b>Annex B</b> Example of calculation for determining the cleanroom compatibility deriving from measurements. . . . .	<b>49</b>
<b>Anhang C</b> Methoden zur Bestimmung der Reinheitstauglichkeit . . . . .	<b>53</b>	<b>Annex C</b> Methods for determining the compatibility with the required cleanliness. . . . .	<b>53</b>
<b>Anhang D</b> Indirekte Methode zur Bestimmung der Reinraumbelastung (Ganzheitsmethode) . . . . .	<b>55</b>	<b>Annex D</b> Indirect method for determining the challenge to the cleanroom (holistic method). . . . .	<b>55</b>
<b>Anhang E</b> Spezielle Prüfungen auf Oberflächenreinheit und Reinheitstauglichkeit bei den Baugewerken von Reinräumen . . . . .	<b>58</b>	<b>Annex E</b> Special tests for surface cleanliness and compatibility with the required cleanliness for the cleanroom trades . . . . .	<b>58</b>
Schrifttum . . . . .	59	Bibliography . . . . .	59

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

### **Vorbemerkung**

Die verschiedenen Aufgaben und Maßnahmen der Reinraumtechnik zur Absicherung dieser Anforderungen werden in der vom Fachausschuss Reinraumtechnik (FA RRT) innerhalb der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung (TGA) bearbeiteten Richtlinienreihe VDI 2083 (siehe [www.vdi-richtlinien.de/2083](http://www.vdi-richtlinien.de/2083)) beschrieben und im Sinne einer Harmonisierung mit ISO 14644 überarbeitet.

Allen ehrenamtlichen Mitarbeitern an dieser Richtlinie sei auf diesem Wege gedankt.

### **Einleitung**

Diese Richtlinie gibt Hinweise zum Planen, Erzeugen, Erhalten, Wiederherstellen und Nachweisen der erforderlichen Reinheitstauglichkeit von Betriebsmitteln sowie raumluftechnischen Komponenten in reinen Bereichen nach VDI 2083 Blatt 1 bzw. ISO 14644-1.

Anforderungen, Verfahren und Nachweismethoden sind stark abhängig von der reinraumtechnischen Aufgabenstellung (Produktschutz, Arbeitsschutz) und vom zulässigen Verunreinigungsniveau oder der erforderlichen Luftreinheitsklasse. Das Endziel aller reinraumtechnischen Maßnahmen ist das Erreichen einer festgelegten Produktqualität.

Ziel der vorliegenden VDI-Richtlinie ist eine standardisierte Vorgehensweise zur Qualifizierung von Betriebsmitteln und raumluftechnischen Komponenten hinsichtlich ihrer Reinheitstauglichkeit. Weiter beschreibt sie Vorgehensweisen zur systematischen Ermittlung der Verunreinigungsparameter.

Die standardisierte Ermittlung der Verunreinigungsparameter unter Berücksichtigung einer statistischen Analyse der Ergebnisse soll die Vergleichbarkeit bei der Beurteilung von Betriebsmitteln ermöglichen. Damit ergibt sich eine Transparenz der Reinheitseigenschaften von Betriebsmitteln und raumluftechnischen Komponenten.

Die Reinheit des Systems „Reinraum“ ist maßgeblich von verschiedenen Faktoren abhängig; Beispiele sind:

### **Preliminary note**

The various functions and measures of cleanroom technology are dealt with in the guideline series VDI 2083 which has been developed under the auspices of the Cleanroom Technology Technical Committee (FA RRT) of the VDI Society for Building Services (VDI-TGA); the structure of VDI 2083 (see [www.vdi-richtlinien.de/2083](http://www.vdi-richtlinien.de/2083)) is in the process of being adopted to ISO 14644.

We wish to take this opportunity to thank all the honorary contributors to this guideline.

### **Introduction**

This guideline gives guidance in the planning, creating, maintaining, restoring and demonstrating of the required compatibility of equipment and air-handling components with the required cleanliness in controlled environments as per VDI 2083 Part 1 and ISO 14644-1.

To a significant extent, requirements, procedures and demonstration techniques depend on the contamination-control objective (protection of product or of personnel) and on the permissible level of contamination or the required air-cleanliness class. All contamination-control activities aim at achieving a specified product quality.

This VDI guideline aims at establishing a standardized procedure for qualifying equipment and air-handling components regarding their compatibility with a required cleanliness. Furthermore, it describes procedures for the systematic determination of the contamination parameters.

The standardized determination of contamination parameters considering a statistical analysis of the results is intended to allow for comparability in the assessment of equipment. This makes cleanliness characteristics of equipment and air-handling components transparent.

The cleanliness of the “cleanroom” as a system will be determined by a multitude of factors, examples of which are:

- Zuluftqualität
- Zulufteinbringung
- Oberflächen
- Personal
- im Raum befindliche Betriebsmittel

Betriebsmittel und raumlufttechnische Komponenten haben einen wesentlichen Anteil an der und Einfluss auf die Verunreinigung der Fertigungsumgebung.

Eine Reinraumumgebung wird mit Hilfe von Regelwerken zur Beurteilung der Luftreinheit spezifiziert. In diesen Regelwerken (z.B. ISO 14644-1, VDI 2083 Blatt 1) werden die Größe und die Konzentration von luftgetragenen Partikeln in der Erstluft definiert. Betriebsmittel und raumlufttechnische Komponenten besitzen keine Reinheitsklasse, sondern nur eine Tauglichkeit für den Einsatz in Reinräumen, die nach den oben genannten Regelwerken zur Beurteilung der Luftreinheit spezifiziert sind.

Dies bedeutet, dass Betriebsmittel und raumlufttechnische Komponenten z.B. bezüglich des Einsatzes in der Reinraumumgebung mit einer definierten Partikelreinheitsklasse der Luft beurteilt werden können.

Die Reinheitstauglichkeit von Betriebsmitteln und raumlufttechnischen Komponenten sollte schon in der konzeptionellen Phase (Konstruktion, Entwicklung) berücksichtigt werden. Der Austausch oder die Einfügung von Komponenten, Änderungen der Eigenschaften oder Merkmale mit dem Ziel, eine angestrebte Reinheitstauglichkeit zu erreichen, können häufig zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr ohne höheren Aufwand durchgeführt werden.

Verunreinigungen sind abhängig von den unterschiedlichen Betriebsparametern, z.B. Betriebspunkt und Lebensdauer. Dies beinhaltet auch die Beurteilung des Fertigungszustandes und der Qualität der Produktionskette hinsichtlich der Reinheitstauglichkeit. Die Ermittlung der Reinheitstauglichkeit stellt eine Endkontrolle aller Prozessschritte der gesamten Produktionskette dar, welche einen Einfluss auf die Reinheitstauglichkeit haben (siehe Bild 1).

Die Betriebsparameter (Bewegungsart, -geschwindigkeit, -häufigkeit usw.) müssen vor Beginn der Untersuchung definiert und während der Messungen im Messprotokoll dokumentiert werden. Ein Vergleich der Reinheitstauglichkeit von Betriebsmitteln darf nur unter Berücksichtigung der Betriebsparameter erfolgen. Die Parameter der Reinheitstauglichkeit, welche einer Überprüfung und Beurteilung bedürfen, werden von den prozessspezifischen, reinheitskritischen Bearbeitungsschritten diktiert. Parameter der Reinheitstauglichkeit können z.B. das ESD-Verhal-

- quality of the supply air
- insertion of supply air
- surfaces
- personnel
- equipment in the room

Equipment and air-handling components contribute significantly to the contamination of the production environment.

The controlled environment is specified using technical rules for assessing the air cleanliness. These technical rules (such as ISO 14644-1, VDI 2083 Part 1) define the sizes and concentrations of airborne particles carried by the supply air. There is no intrinsic cleanliness class for equipment and air-handling components; they are just suitable, to a certain extent, for use in cleanrooms specified in accordance with the above-mentioned rules for assessing the air cleanliness.

This means that equipment and air-handling components can be assessed, e.g., in terms of their suitability for use in a controlled environment with a defined airborne particulate cleanliness class.

The compatibility of equipment and air-handling components with the required cleanliness should already be taken into consideration during the conceptual-design stage (design, development). Replacement or retrofitting of components, changes of characteristics or features which serve to achieve compatibility with a desired cleanliness class often incur higher costs when carried out at a later point in time.

Contaminations depend on various parameters of operation such as operating point and service life. This includes an assessment of the production condition and the quality of the production chain from the point of view of compatibility with the required cleanliness. The determination of the compatibility with the required cleanliness is a final check of all process steps in the entire production chain which have an impact on the compatibility with the required cleanliness (see Figure 1).

The parameters of operation (type, speed and frequency of movements, etc.) shall be defined prior to the examination and shall be documented in the measurement report during the measurements. The compatibility characteristics of pieces of equipment may only be compared giving due consideration to the parameters of operation. The selection of compatibility parameters to be examined and assessed is dictated by the process-specific processing steps which are critical for cleanliness. Examples of parameters of compatibility with the required cleanliness include