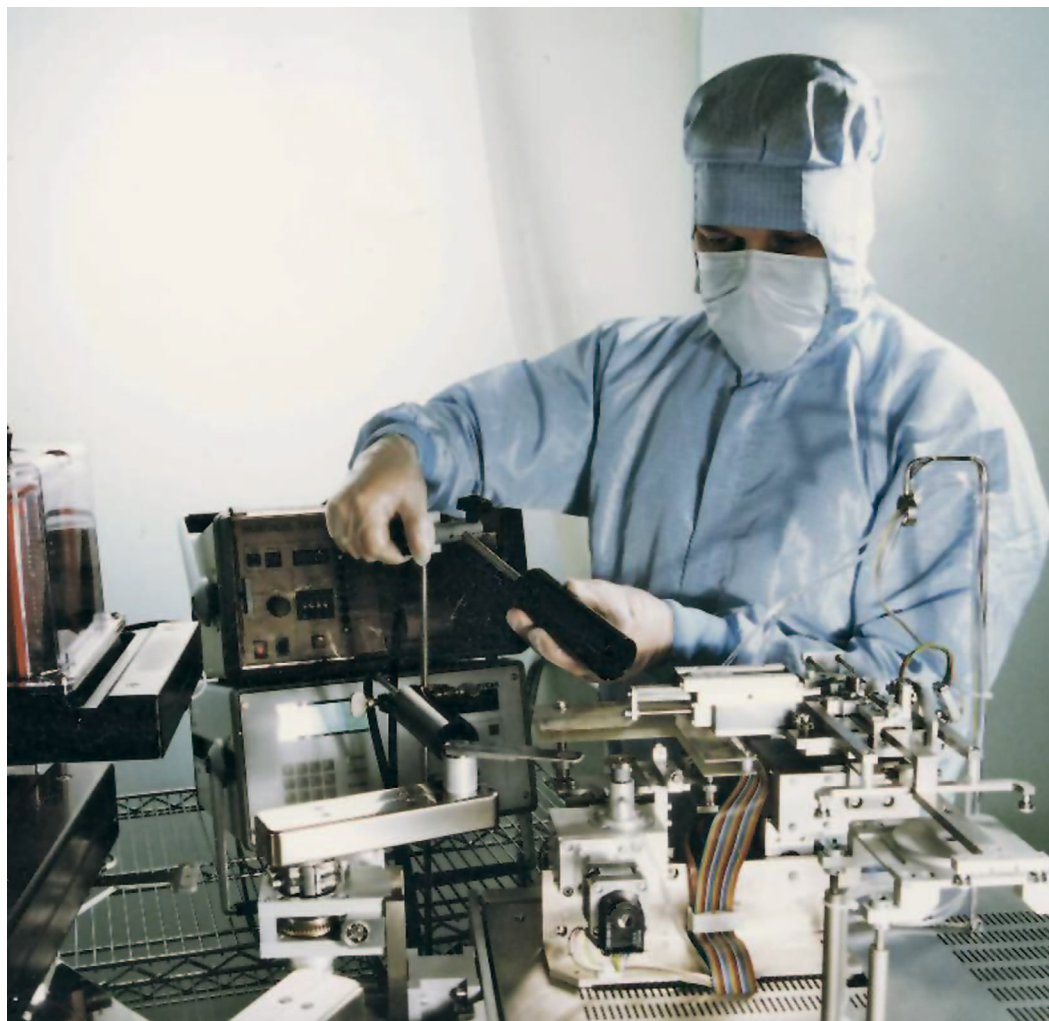


# Reinraumtauglichkeit als Qualitätsparameter

Untersuchungen zur Reinraumtauglichkeit sind in den meisten Unternehmen eher ein sekundäres Thema. Für den Nichtfachmann liegt es daher nahe, sich einfach auf die gängigen Angaben der Hersteller zur Reinraumtauglichkeit zu verlassen. Warum allerdings eine detaillierte und individuelle Analyse überaus empfehlenswert ist, erfahren Sie hier.



*Autor*  
**Joachim Ludwig**  
Gründer und Geschäftsführer

Colandis GmbH  
[www.colandis.com](http://www.colandis.com)

Die Reinraumtauglichkeit hat sich in den vergangenen Jahren immer stärker zu einem festen Qualitätsparameter bei Maschinen- und Komponentenlieferanten entwickelt. Dieses Qualitätsmerkmal ist bei immer mehr Produkten zu finden, die im Reinraum eingesetzt werden können und deren Tauglichkeit dafür dokumentiert werden soll. Das Qualitätssiegel versichert, dass ein Produkt bestimmten Anforderungen an die Freisetzung von Kontaminationen partikulärer oder gasförmiger Natur genügt. Dabei sollte aber allen Anwendern bewusst sein, dass dieses Qualitätssiegel fest an die Testbedingungen geknüpft ist. Weiterhin stellt sich die

Frage, inwieweit ein mechanisches Produkt einer Luftreinheitsklasse entsprechen soll. Diese nicht im direkten Zusammenhang mit dem Produkt stehende Eigenschaft wird in der Argumentation meist falsch interpretiert.

## Reinraumtauglichkeit und Reinheitstauglichkeit

In der VDI-Richtlinie 2083-9.1 „Reinheitstauglichkeit und Oberflächenreinheit“ wird auf die Unterschiede zwischen Reinraumtauglichkeit und Reinheitstauglichkeit hingewiesen. Eine vereinfachte Definition lautet: Die Reinraumtauglichkeit beschreibt den Einfluss einer Maschine oder Komponente auf

die Luftreinheitsklasse des Reinraums. Die Reinheitstauglichkeit wiederum beschreibt den Einfluss auf das jeweilige Produkt. Wichtig sind beide Größen, wobei der Reinheitstauglichkeit die größere Bedeutung beigemessen werden sollte. Dennoch wird meist von Reinraumtauglichkeit gesprochen, ohne weiter zu differenzieren. Diese Differenzierung spielt allerdings eine wichtige Rolle, wenn die ermittelten Parameter für den Bereich Facilities oder Produktion wichtig sind.

Die Reinraumtauglichkeit spielt ebenfalls eine Rolle in der Produktion, vor allem wenn Fragen der Querkontaminationen wichtig werden. Die Reinraumtauglichkeit gilt auch als ein Teil der Reinheitstauglichkeit. Vor diesem Hintergrund sollten beide Bereiche immer im Zusammenhang bewertet werden, ohne die Differenzierung zu vernachlässigen.

## Reinraumtauglich nach ISO

Oft enthalten Produktspezifikationen, Datenblätter oder Prospekte die Formulierung „Reinraumtauglich Klasse ISO 4 nach ISO 14644-1“ zur Kennzeichnung von Maschinen oder Komponenten, die im Reinraum eingesetzt werden sollen. Was soll damit ausgesagt werden?

1. Die Maschine bzw. Komponente kann im Reinraum der Klassifizierung ISO 4 bedenkenlos eingesetzt werden.
2. Das auf der Maschine bzw. mit dieser Komponente zu produzierende Produkt ist an keiner Stelle einer schlechteren Umgebung ausgesetzt als der durch die Klassifizierung ISO 4 beschriebenen Luftreinheitsklasse.
3. Die Maschine hat die Reinheitsklasse ISO 4 entsprechend der ISO 14644-1.

Alle diese Interpretationen finden sich in der Praxis. Was bedeuten sie im Einzelnen?

Punkt 1 beschreibt die klassische Reinraumtauglichkeit: Die Maschine weist keine Stelle auf, an der mehr

Partikel an den umgebenden Reinraum abgegeben werden, als die Einordnung der durch die luftvolumetrischen Messungen ergebenden Werte in die Klassifizierung der Luftreinheitsklassen die Klasse ISO 4 ergibt. Fragen bleiben dennoch offen. Zum Beispiel, wie viele dieser Maschinen im betreffenden Reinraum eingesetzt werden können.

In Punkt 2 findet sich die Reinheitstauglichkeit wieder, die Angaben zur Produktumgebung macht. Denn letztendlich zählt allein das Produkt und nicht der Reinraum; der Reinraum ist nur Mittel zum Zweck. Schafft man es, die unmittelbare Produktumgebung sauber zu halten, dann spielt der Reinraum nur eine sekundäre Rolle. In der Halbleiterindustrie wurde der Aspekt der Reinheitstauglichkeit mithilfe der Acceptance-Tests auf eine praktikable Art und Weise gelöst.

Zu Punkt 3 muss gesagt werden, dass keine Maschine bzw. Komponente eine Luftreinheitsklasse haben kann. Doch egal, wie kommuniziert wird, es stellt sich die Frage, wie belastbar diese Werte sind. Diese Frage wird einzig und allein durch das Messprotokoll beantwortet.

## Messprotokoll und Messbedingungen

In dem Protokoll, das jeder Zertifizierung zugrunde liegen muss, findet man Angaben zu den Messbedingungen. Diese sind nötig, um einen Abgleich mit seinen eigenen Bedingungen, unter denen die Maschine bzw. Komponente eingesetzt werden soll, vornehmen zu können. Es geht dabei nicht ausschließlich um Umgebungsparameter wie Temperatur und relative Luftfeuchte. Wichtig sind vor allem die Angaben zum Prozess selbst, innerhalb dessen die Reinheitstauglichkeits-Untersuchungen durchgeführt wurden.

In der Reinraumtechnik werden drei Stufen der Qualifizierung (Zustände) unterschieden:

**As built** – der Reinraum wurde errichtet, es befinden sich während der Messung keine Maschinen und kein Personal im Reinraum, der Reinraum ist in Betrieb.

**At rest** – der Reinraum ist mit allen Maschinen und Anlagen ausgestattet, der Reinraum ist in Betrieb, die Maschinen und Anlagen sind in

Betrieb (Leerlauf), es befindet sich kein Personal im Raum.

In operation – der Reinraum ist mit allen seinen Maschinen und Anlagen vollständig in Betrieb, das übliche Personal ist anwesend, es wird produziert.

Wie diese Zustände auf die Reinheitstauglichkeits-Untersuchungen angewendet werden, wird zwischen dem Auftraggeber und dem Messdienstleister vereinbart.

Meist wird der Zustand „at rest“ angewandt, da die konkreten Einsatzfälle und Produkte zu vielfältig sind. Das allein macht deutlich, dass hier eine Lücke zwischen der Messung und dem realen Einsatzfall klaffen kann. In der Praxis kam es überdies schon vor, dass zwar mit Recht die Klassifizierung ISO 1 im Datenblatt angegeben war. Die Ergebnisse der anderen Messpunkte dieser Komponente wurden dagegen verschwiegen, da sie deutlich schlechter waren. In einem anderen Fall wurde versehentlich nur mit der Initialisierungsgeschwindigkeit einer Transferkomponente gemessen, wie eine Nachmessung bewies. Die Ergebnisse mit der realen Prozessgeschwindigkeit waren beträchtlich schlechter. Das sind Umstände, die den Endkunden verständlicherweise dazu veranlassen, ein anderes Produkt einzusetzen.

Welchen Wert hat dann letztendlich die Aussage „Tauglich nach Klasse ISO 4“? Sie besagt, dass unter bestimmten Bedingungen an möglichst allen Messstellen eine Partikelkonzentration gemessen wurde, die, angelehnt an die Klassifizierung der ISO 14644-1, der Luftreinheitsklasse ISO 4 entspricht. Nicht die Maschine also entspricht der Luftreinheitsklasse, sondern die gemessene Partikelkonzentration. Das Prädikat sagt dem Anwender dieser Maschine bzw. Komponente, dass er ein für seinen Anwendungsfall geeignetes Produkt gefunden hat. Diese Eignung sollte aber durch einen Abgleich der eigenen Einsatzbedingungen mit dem Protokoll, das dem Zertifikat beigefügt werden muss, bestätigt werden.

Es stellen sich noch weitere wichtige Fragen, die allerdings offen bleiben:

- Wie alt ist die Zertifizierung?

Alle Zertifikate sind an zeitliche Gültigkeiten gebunden. Dadurch wird sichergestellt, dass durch Produkt-

änderungen oder Veränderungen im Fertigungsablauf die Qualität, bezogen auf die Reinheitstauglichkeit, immer gewährleistet ist.

- Wie steht es um das Langzeitverhalten bei der Frage nach der Reinheitstauglichkeit?

Meist erfolgen die Messungen mit fabrikneuen Maschinen bzw. Komponenten. Nur in wenigen Fällen wird auch das Langzeitverhalten untersucht.

- Wie viele Partikel gibt die Maschine/Komponente in Summe ab?

Die Frage stellt sich, wenn Maschinen und Komponenten direkt miteinander verglichen werden sollen. Es ist besonders dann interessant, wenn sie neben allen anderen für den Anwendungsfall relevanten Parametern durchaus vergleichbar sind und die Partikelabgabe ein weiteres Entscheidungskriterium darstellt.

## Die Ganzheitsmethode

Wird in der VDI-Richtlinie 2083-9.1 diese Art der Messungen mit der notwendigen Sorgfalt betrachtet? Bei der Ganzheitsmethode wird die Partikelabgabe pro Zeiteinheit gemessen. Der Nachteil besteht darin, dass man die Ergebnisse nicht an irgendeiner Klassifizierung spiegeln kann, wie sie in der ISO 14644-1 dargestellt ist. Die Ganzheitsmethode sollte man also immer im Zusammenhang mit der lokalen Messmethode, bei der an definierten Stellen gemessen wird, betrachten.

Der Messaufbau sieht vor, dass man das Messobjekt in einem Messraum positioniert, der mit Reinstluft durchströmt wird, und an einem Luftauslass die Partikelkonzentration misst. Zusätzlich wird der Volumenstrom am Luftauslass ermittelt. Multipliziert man beide Werte, dann erhält man einen Partikelstrom. Die Partikelkonzentration  $P/m^3$  multipliziert mit dem Volumenstrom  $m^3/s$  ergibt den Partikelstrom  $P/s$ :

$$P/s = P/m^3 \times m^3/s$$

Ein einfaches Beispiel illustriert, weshalb es sinnvoll sein kann, die Ganzheitsmethode zu wählen: An einer Führung von zwei Herstellern wurden fünf Messpunkte vereinbart. An der Führung des Herstellers 1 wurde an den Messpunkten nach der lokalen Messmethode das Ergebnis 0 – 0 – 200 – 0 – 0 ermittelt. Nach der VDI-Richtlinie 2083-9.1 bedeutet dies, dass die Partikelabgabe dieser Führung einer Klassifizierung entspricht, die dem höchsten gemessenen Wert 200 zuzuordnen ist. Das Ergebnis der Führung des Herstellers 2 ergab 100 – 100 – 100 – 100 – 100. Nach der Richtlinie entspricht die Partikelabgabe dieser Führung einer Klassifizierung, die dem Wert 100 zuzuordnen ist. Obwohl die Führung des Herstellers 2 bedeutend mehr Partikel abgibt, erhält sie die bessere Klassifizierung. Dieser Widerspruch lässt sich mit der Ganzheitsmethode auflösen. ◀



**Messung nach der Ganzheitsmethode:** Das Messobjekt befindet sich in einer Messzelle, an deren unterem Ende in einem Trichter die Partikel und der Volumenstrom gemessen werden