

<b>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</b>	<b>Reinraumtechnik Meßtechnik in der Reinraumluft</b>	<b>VDI 2083</b> Blatt 3 <i>Entwurf</i>
--	---	--

Contamination control  
Measuring technique for clean air rooms

*Frühere Ausgabe: 2.83 d/e*

*Einsprüche bis 31.8.1993 an  
Verein Deutscher Ingenieure  
VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung  
Graf-Recke-Straße 84  
W-4000 Düsseldorf 1*

Inhalt	Seite	Seite
Vorbemerkung . . . . .	2	
Vorwort . . . . .	2	
<b>1 Geltungsbereich und Zweck</b> . . . . .	<b>3</b>	
1.1 Geltungsbereich . . . . .	3	
1.2 Zweck . . . . .	3	
<b>2 Verwendete Begriffe</b> . . . . .	<b>3</b>	
<b>3 Zugehörige Vorschriften – Normen – Richtlinien</b> . . . . .	<b>6</b>	
<b>4 Meßsysteme</b> . . . . .	<b>6</b>	
4.1 Partikelmessung . . . . .	6	
4.2 Keimnachweis . . . . .	10	
4.3 Druckmessung . . . . .	12	
4.4 Luftgeschwindigkeitsmessung . . . . .	12	
<b>5 Abnahmemessungen</b> . . . . .	<b>13</b>	
5.1 Ziele der Abnahmemessungen . . . . .	13	
5.2 Übersicht . . . . .	13	
5.3 Messung und Prüfung des Differenzdrucks . . . . .	13	
5.4 Messung der Strömungsgeschwindigkeit . . . . .	14	
5.5 Visuelle Inspektion aller Endfilter im Zuluftsystem . . . . .	15	
5.6 Lecktest der eingebauten Endfilter im Zuluftsystem . . . . .	15	
5.7 Bestimmung der Strömungsrichtung bei Reinräumen mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung . . . . .	16	
5.8 Messung der Erholungszeit bei Reinräumen mit turbulenter Mischlüftung . . . . .	16	
5.9 Bestimmung der Reinheitsklassen der Luft . . . . .	17	
5.10 Meßprotokolle . . . . .	18	
<b>6 Überwachungsmessungen</b> . . . . .	<b>18</b>	
6.1 Ziel der Überwachungsmessungen . . . . .	18	
6.2 Übersicht . . . . .	18	
6.3 Druckdifferenz . . . . .	19	
6.4 Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	19	
6.5 Visuelle Kontrolle aller Endfilter im Zuluftsystem . . . . .	19	
6.6 Keimnachweis . . . . .	19	
6.7 Lecktest . . . . .	19	
6.8 Strömungsrichtung . . . . .	19	
6.9 Erholzeit bei turbulenten Reinräumen . . . . .	19	
6.10 Reinheitsklasse . . . . .	19	
6.11 Meßprotokoll . . . . .	20	
Schrifttum . . . . .		20
<b>Anhang</b> Statistik der Partikelzählung bei geringer Partikelkonzentration . . . . .		21

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung  
Fachausschuß Reinraumtechnik

### Vorbemerkung

In einigen Bereichen der Technik – insbesondere in der Elektronik, der Lebensmittelindustrie, der Feinmechanik, der Pharmazie und der Medizin – werden besondere Anforderungen an die Reinheit der Raumluft, des Arbeitsplatzes (Oberflächen, Maschinen, Werkzeuge), der Prozeßmedien (Gase, Flüssigkeiten, Chemikalien) sowie an die Personen gestellt. Die verschiedenen Aufgaben und Maßnahmen der Reinraumtechnik werden in der vom VDI-Fachausschuß „Reinraumtechnik“ bearbeiteten Richtlinienreihe VDI 2083 behandelt. Die Neubearbeitung dieser Richtlinienreihe gliedert sich wie folgt:

VDI 2083	Reinraumtechnik
Blatt 1	Grundlagen, Definition und Festlegung der Reinheitsklassen der Luft
Blatt 2	Bau, Betrieb und Instandhaltung
Blatt 3	Meßtechnik in der Luft
Blatt 4	Oberflächenreinheit
Blatt 5	Behaglichkeitskriterien
Blatt 6	Personal am Reinen Arbeitsplatz
Blatt 7	Reinheit in Prozeßmedien
Blatt 8	Reinraumtauglichkeit von Fertigungseinrichtungen
Blatt 9	Qualität, Erneuerung und Verteilung von Reinstwasser
Blatt 10	Reinstmedien-Versorgungssysteme
Blatt 11	Qualitätssicherung

Aufgrund der internationalen Bedeutung dieses Richtlinienwerkes werden sämtliche Richtlinienblätter zweisprachig „deutsch/englisch“ herausgegeben.

### Vorwort

In dieser Richtlinie werden bewährte und über die Richtlinie VDI 2080 hinausgehende Meßverfahren und Meßgeräte für die Erfassung

- von Differenzdrücken,
- von Geschwindigkeiten und deren Verteilung,
- von Strömungsrichtungen und
- der Luftreinheit

in Reinräumen beschrieben.

Die Meßverfahren und die zur Durchführung dieser Messungen notwendigen und geeigneten Meßinstrumente können einen erheblichen Aufwand erfordern

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

An der Erstellung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dr.-Ing. *H. Bartz*, Reiskirchen  
Dipl.-Ing. *H. Bauer*, Stuttgart  
Dr.-Ing. *L. Gail*, Frankfurt  
Ing. *R. Geilleit*, Eindhoven  
Dipl.-Ing. *H.J. Grimm*, Piding  
*P. Haller*, Spiez/Schweiz  
Dipl.-Ing. *J. Hartwig*, Stuttgart  
Dr.-Ing. *Ch. Helsper*, Karlsruhe  
Ing. (grad.) *A. Heyne*, Sindelfingen  
Ing. *H. Hoffmann*, Frankfurt  
*U. Jessen*, Leonberg  
Dipl.-Ing. *Th. von Kahlden*, Stuttgart (Obmann)  
Dipl.-Ing. *R. Krampe*, Koblenz  
Frau Dipl.-Phys. *B. Kerkmann*, Aachen  
Dipl.-Ing. *K.G. Müller*, Düsseldorf,  
VDI-Geschäftsstelle  
Dr. *Schulz*, Frankfurt  
Dipl.-Ing. *G. Schürmann*, Aachen  
Dipl.-Ing. *H.E. Treppesch*, Frankfurt  
Dipl.-Ing. *H. Weißsieker*, Nürnberg  
Dipl.-Ing. *W. Ziemer*, Berlin

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE  
VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

und damit verbundene Kosten erzeugen. Die Meßdurchführung bedarf daher einer besonderen vertraglichen Vereinbarung, bezüglich Art und Umfang ihrer Durchführung.

Es genügt nicht, pauschal Abnahmemessungen nach vorliegender Richtlinie zu vereinbaren. Die Vertragsparteien sollten im Detail das Programm der Messungen, die zu messenden Größen, die Meßgeräte sowie die Meßstellen gesondert, aber gemäß der Richtlinie vereinbaren.

Die Durchführung der Messungen darf nur Personen mit der notwendigen Sachkenntnis und Erfahrung übertragen werden.

## 1 Geltungsbereich und Zweck

### 1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für *Meßverfahren und Meßgeräte im Zusammenhang mit Abnahmemessungen und der Überwachung von in Betrieb befindlichen Reinraumtechnischen Anlagen.*

Für die Prüfung der einzelnen Elemente von Reinraumtechnischen Anlagen<sup>1)</sup> gelten gesonderte Normen oder Richtlinien, z.B. DIN 24184 für die Prüfung von Schwebstofffiltern. Die Richtlinie gilt z.B. nicht für die sicherheitstechnische Prüfung von Reinraumtechnischen Anlagen wie z.B. biologischen Reinraumwerkbanken.

Diese Richtlinie soll nicht die physikalische, chemische, radiologische und biologische Beschaffenheit der Verunreinigung durch luftgetragene Partikel beschreiben, sofern es sich nicht um Größen- oder Mengenbestimmungen handelt.

Aus produktionstechnischen Gründen kann über diese Richtlinie hinaus insbesondere der Nachweis der Keimfreiheit in Bereichen der Pharmazie, Biotechnologie, Gentechnik, Medizintechnik usw. notwendig und vorgeschrieben sein, siehe z.B. GMP-Richtlinie (Good Manufacturing Practice)<sup>2)</sup>.

### 1.2 Zweck

In dieser Richtlinie werden einheitliche Meßverfahren zur Durchführung von Messungen an reinraumtechnischen Anlagen festgelegt und die dafür geeigneten Meßgeräte beschrieben, um damit ein einheitliches, vergleichbares Prüfverfahren für die Leistungsbeurteilung reinraumtechnischer Anlagen zu haben.

Gleichzeitig sollen Spezifikationen für die Abnahmeprüfung nach VDI 2079 und Blatt 2 und die Überwachung sowie die Durchführung solcher Messungen vereinheitlicht werden. Sie sollen die Vielzahl werksinterner Spezifikationen ablösen.

Nur Reinraumtechnische Anlagen, an denen Abnahmemessungen nach dieser Richtlinie durchgeführt und die überwacht werden, dürfen in Reinheitsklassen der Luft nach Richtlinie VDI 2083 Blatt 1 eingeteilt und verglichen werden.

<sup>1)</sup> Zur Reinraumtechnischen Anlage im Sinne dieser Richtlinie gehören die Raumlufttechnische Anlage nach VDI 2079 und alle zugehörigen Anlagenteile, die zur Verringerung der partikulären Reinheit notwendig sind.

<sup>2)</sup> EEC Guide to Good Manufacturing Practice for Pharmaceutical 5, Doc. III/2244/87 – EN, Inhumy 1981 (European Economic Cooperation, Brüssel)

## 2 Verwendete Begriffe

### *Abscheidegrad*

Der Abscheidegrad z.B. eines Schwebstoff-Filters ist die Summe der Einzelwirkungen aus den einzelnen physikalischen Effekten wie Sperreffekten, der Brownschen Diffusion, Interzeption, Trägheit und elektrostatischen Anziehungskräften. Der Abscheidegrad eines Filters stellt den Wirkungsgrad des Filters bezüglich der Abscheidung von Partikeln dar. Er wird durch das Verhältnis der Rohgas- und Reinstgaskonzentration gebildet, wobei die Partikelgrößenverteilung des Prüfaerosols berücksichtigt werden muß, da die Filter keine gleichmäßige Abscheidecharakteristik haben (fraktioneller Abscheidegrad).

### *Äquivalentdurchmesser*

Dieser kann basieren auf der projizierten Fläche, der Oberfläche, dem Volumen, der Masse, der Setzgeschwindigkeit, der elektrischen Mobilität, der Lichtstreuung, der Diffusion, einer Kugel, die den gleichen Wert der gewählten physikalischen Eigenschaft aufweist usw. Entsprechend werden die Durchmesser benannt, z.B. äquivalenter Streulichtdurchmesser.

### *Aerosol*

Als Aerosol werden alle feinverteilten flüssigen und festen Teilchen bezeichnet, die sich in einem Gas, so auch der Luft, aufhalten. Bei einem Aerosol liegen wenigstens zwei Phasen vor.

### *Aerosolgenerator*

Gerät zur kontinuierlichen Erzeugung von Aerosolen einer konstanten Konzentration und Größenverteilung.

### *Aerosolphotometer*

Bei einem *Streulichtphotometer* wird die Partikelkonzentration eines Aerosols aus der Lichtstreuung an einem Partikelkollektiv bestimmt. Dazu wird mit Hilfe eines Lichtbündels ein bestimmtes Aerosolvolumen ausgeleuchtet, das innerhalb dieses Volumens an den Partikeln gestreute Licht unter einem definierten Winkel gesammelt und photoelektrisch aufgezeichnet. Der resultierende Fotostrom, der als Maß für die Konzentration dient, hängt sowohl von der Anzahl der Partikel im Meßvolumen als auch von der Größenverteilung der Partikel und deren optischen Eigenschaften ab.

Bei einem *Extinktionsphotometer* wird ein angenähert paralleler Lichtstrahl entlang einer definierten Strecke mit Aerosolpartikeln durchsetzt und aus der Schwächung des Lichtstrahls durch die Partikel auf die Partikelkonzentration geschlossen. Die Intensität