



# Prüfung der Druckluftreinheit (Qualität) Validierung nach ISO 8573-Klassifizierungen oder indikative Prüfung?

Ein Whitepaper von Mark White –  
Compressed Air Treatment Applications Manager



ENGINEERING YOUR SUCCESS.  
[www.parker.com/gsf](http://www.parker.com/gsf)

# Prüfung der Druckluftqualität

Druckluft kommt in der gesamten Industrie zum Einsatz: 90 % der Fertigungsindustrien weltweit verwenden Druckluft in irgendeiner Form. Um als sichere, zuverlässige und kostengünstige Energiequelle zu dienen, muss Druckluft aufbereitet werden. Viele Standorte verwenden internationale Normen, um die Reinheit (Qualität) der Druckluft zu spezifizieren, die sie für ihre Anwendungen benötigen. Dies gibt die zu installierenden Druckluftaufbereitungssysteme vor. Sobald das Druckluftaufbereitungssystem installiert ist und arbeitet, verlangen Nutzer oft einen „Nachweis“, dass die spezifizierte Luftreinheit (Qualität) erreicht wird.

Die internationalen Normen, die zur Spezifizierung der Luftreinheit (Qualität) herangezogen werden, sind bezüglich der Verfahren zur präzisen Prüfung von Druckluftsystemen auf Verunreinigungen sehr spezifisch, insbesondere im Hinblick auf die Methodik für die Probenahme und die zur Validierung der Luftreinheit (Qualität) zu verwendenden Prüfmittel.

***Dieses Dokument bietet Ihnen einen Überblick über die Erfordernisse zur Prüfung von Druckluft zu Validierungszwecken und stellt die Methoden und Geräte vor, die lediglich „zur Indikation“ verwendet werden.***

## **ISO-Normen für die Reinheit von Druckluft**

Die ISO 8573-1 ist die internationale Norm für die Reinheit (Qualität) von Druckluft. Die 1991 eingeführte und mittlerweile in der 3. Ausgabe vorliegende Norm wird breitflächig angewendet, um die Qualität von Druckluft zum Einsatz in vielfältigen Anwendungen in Fertigungsindustrien aller Art zu definieren.

## **ISO 8573-1 und der Druckluftnutzer**

Die Norm ISO 8573-1 ermöglicht es Nutzern, eine „Klassifizierung“ für Partikel, Wasser und Öl auszuwählen, wobei es für jede Klassifizierung festgelegte Verunreinigungsgrenzwerte gibt. Eine Ausnahme ist lediglich die Klasse 0, die vom Nutzer oder Ausrüstungslieferanten definiert werden kann (Klasse 0 muss strenger als Klasse 1 sein und die Vorgaben für präzise Messungen in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 erfüllen).

## **ISO 8573-1 und Hersteller von Druckluftaufbereitungsprodukten**

Die Norm ISO 8573-1 wird auch von Herstellern von Druckluftaufbereitungsprodukten verwendet, um die Qualität der Druckluft nachzuweisen, die an ihren Produkten nachgeschaltete Systembereiche abgegeben wird.



**Beispiel einer Luftreinheitsspezifikation auf Grundlage der neuesten ISO 8573-1-Klassifizierungen**

**Erforderliche Luftqualität an der Verwendungsstelle 1**

ISO 8573-1:2010, Klasse 1.2.1

# Validierung/Verifizierung der Luftqualität

Die Validierung der Druckluftqualität gemäß den Klassifizierungen in der ISO 8573-1 erfordert, dass der Nutzer (oder Prüfer) zusätzliche Normen befolgt, da die ISO 8573-1 nur ein Teil einer Reihe von neun separaten Normen ist.

Die ISO 8573-1 kann nicht isoliert verwendet werden, wie aus den folgenden Auszügen aus dem Dokument ersichtlich ist:

*„Dieser Teil der ISO 8573 wird durch weitere Teile ergänzt, die Messverfahren für ein breites Spektrum von Verunreinigungen vorgeben.“*

*„Die folgenden referenzierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments unerlässlich.“*

## Die neun Teile der Normenreihe ISO 8573



# ISO 8573-Reihe – Teil 1

Oft sind diejenigen, die auf die ISO 8573-1 verweisen, nur mit den Reinheitsklassentabellen aus dem Dokument vertraut. Es ist zu beachten, dass es innerhalb des Normendokuments drei verschiedene Reinheitsklassentabellen gibt: eine für Feststoffpartikel, eine für Wasser und eine für den Gesamtölgehalt. Die Druckluftindustrie (Kompressorhersteller und Hersteller von Druckluftaufbereitungsprodukten) hat diese Tabellen jedoch viele Jahre lang zur einfacheren Anwendung in einer einzelnen Tabelle zusammengefasst.

ISO 8573-1:2010 KLASSE	Partikel			Massenkonzentration mg/m <sup>3</sup>	Wasser		Öl Gesamtölgehalt (Aerosol, flüssig und Nebel) mg/m <sup>3</sup>	
	Maximale Partikelanzahl pro m <sup>3</sup>				Drucktaupunkt Dampf	Flüssigkeit in g/m <sup>3</sup>		
	0,1 bis 0,5 µm	0,5 bis 1 µm	1 bis 5 µm					
0	Gemäß Festlegung durch den Gerätenutzer, strengere Anforderungen als Klasse 1							
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	–	≤ -70 °C	–	0,01	
2	≤ 400.000	≤ 6000	≤ 100	–	≤ -40 °C	–	0,1	
3	–	≤ 90.000	≤ 1000	–	≤ -20 °C	–	1	
4	–	–	≤ 10.000	–	≤ +3 °C	–	5	
5	–	–	≤ 100.000	–	≤ +7 °C	–	–	
6	–	–	–	≤ 5	≤ +10 °C	–	–	
7	–	–	–	5–10	–	≤ 0,5	–	
8	–	–	–	–	–	0,5–5	–	
9	–	–	–	–	–	5–10	–	
X	–	–	–	> 10	–	> 10	> 10	

Viele, die die Norm ISO 8573-1 verwenden und sich darauf beziehen, kaufen keine vollständige Ausgabe der Norm, sondern greifen lediglich auf vorliegende Marketingliteratur zurück. Dadurch werden die in der Norm ISO 8573-1 enthaltenen Zusatzinformationen nicht berücksichtigt.

Diese Informationen sind äußerst wichtig, da sie auf andere Teile der Normenreihe ISO 8573 verweisen (Teil 2 bis 9), die spezifische Vorgaben für die Prüfung der verschiedenen Verunreinigungen enthalten.

## Beispiel:

### Der Abschnitt 5.2 „Reinheitsklassen für Partikel“ der ISO 8573-1 gibt an:

„Die Reinheitsklassen für Partikel sind in Tabelle 1 aufgeführt und definiert. Messungen sind gemäß der ISO 8573-4 und bei Bedarf gemäß der ISO 8573-8 durchzuführen.“

### Der Abschnitt 5.3 „Reinheitsklassen für Feuchtigkeit und flüssiges Wasser“ der ISO 8573-1 gibt an:

„Die Reinheitsklassen für Feuchtigkeit und flüssiges Wasser sind in Tabelle 2 aufgeführt und definiert. Messungen sind gemäß der ISO 8573-3 und bei Bedarf gemäß der ISO 8573-9 durchzuführen.“

### Der Abschnitt 5.4 „Reinheitsklassen für Öl“ der ISO 8573-1 gibt an:

„Die Reinheitsklassen für den Gesamtölgehalt sind in Tabelle 3 aufgeführt und definiert. Messungen für flüssiges Öl und Ölaerosole sind gemäß der ISO 8573-2 durchzuführen.“ Es wird davon ausgegangen, dass für die Klassen 3, 4 und X vom Ölnebelgehalt keine wesentlichen Auswirkungen auf die Gesamtkonzentration erwartet werden; daher ist die Messung von Ölnebel optional. Wenn eine Messung des Ölnebelgehalts als erforderlich erachtet wird, ist die ISO 8573-5 anzuwenden.“

Die ISO 8573-1 gibt daher an, dass, wenn ein Nutzer sein Druckluftsystem prüfen und es gemäß der ISO 8573-1 klassifizieren will, die in der ISO 8573 Teil 2 bis 9 aufgeführten Prüfmethode und Prüfmittel zu verwenden sind.

Die ISO 8573-1 wird gängigerweise verwendet, um die Druckluftreinheit (Qualität) zu spezifizieren. Sie wird jedoch nicht richtig angewendet, wenn es um die Prüfung von Druckluft und Validierung der tatsächlichen Luftreinheit (Qualität) geht. Der Grund dafür ist, dass Teil 2 bis 9 der ISO 8573 nur sehr selten verwendet werden.

# Warum werden Teil 2 bis 9 der ISO 8573 nur selten verwendet?

Teil 2 bis 9 der ISO 8573 wurden entwickelt, um eine genauestmögliche Messung der Hauptverunreinigungen in einem Druckluftsystem zu ermöglichen. Die Prüfung gemäß den Normen erfordert, dass der Prüfer neun verschiedene Normdokumente erwirbt, was wegen der Kosten nur selten geschieht.

Nach dem Kauf entstehen weitere Kosten, da die Normen bezüglich der Prüfmethoden (die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass den Prüfgeräten eine repräsentative Verunreinigungsprobe zugeführt wird) und der Prüfmittel selbst (die erforderlich sind, um die Richtigkeit der Ergebnisse sicherzustellen) sehr spezifisch sind. Sowohl durch die Probennahmegeräte als auch durch die Prüfmittel entstehen erhebliche Kosten.

Zusätzlich werden für jeden Prüfpunkt in einem Druckluftsystem spezifische Probennahmegeräte benötigt (abhängig vom Rohrdurchmesser, Durchfluss usw.). Typischerweise muss das Probennahmegerät speziell für die jeweilige Position im System hergestellt werden und erfordert eine Modifizierung der Rohrleitungen des Systems. Oft sind mehrere Probennahmepunkte erforderlich, was die Gesamtkosten der Prüfung weiter erhöht.

Viele der Probennahme- und Prüfmethoden sind sehr komplex und liefern keine unmittelbaren Ergebnisse. Sie erfordern oft zusätzliche Labortechnik und die Einbeziehung von spezialisiertem, geschultem Personal, was die Kosten für die Prüfung und Validierung gemäß Teil 2 bis 9 der ISO 8573 zusätzlich erhöht.

Viele Nutzer verlangen heute nach einer „kontinuierlichen Überwachung“ der Luftreinheit. Eine Reihe von Herstellern von Prüfausrüstung vermarkten Produkte für die kontinuierliche Überwachung und geben vor, dass diese den ISO 8573-Normen entsprechen. Mit Ausnahme des Taupunkts ist jedoch eine präzise kontinuierliche Überwachung des Gesamtölgehalts, des Partikelgehalts und der Anzahl von Mikroorganismen zurzeit nicht möglich, da dafür laborbasierte Ausrüstung benötigt wird, die Proben „offline“ prüft.

Ebenso behaupten manche Dienstleister, dass sie Druckluftsysteme nach den ISO 8573-Normen prüfen. Bei näherem Hinsehen befolgen sie jedoch nicht die in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 vorgegebene Methodik und verwenden nicht die richtigen Prüfmittel.



# Gängige Praxis

Prüfungen werden typischerweise an sogenannten Probennahmepunkten durchgeführt, bei denen es sich einfach um ein „T-Stück“ handelt, das in den Druckluftverteilungsrohren oder am Manometer an einem Luftbehälter montiert ist.

Diese Probennahmepunkte sind praktisch und kostengünstig, es bestehen jedoch folgende Probleme:

- Die Luftströmungsgeschwindigkeit an der Prüfausrüstung entspricht nicht derjenigen im Druckluftstrom, aus der die Probe entnommen wird (sie ist in der Regel höher)
- Die Verunreinigungskonzentration entspricht nicht mehr der Konzentration im Druckluftstrom, aus der die Probe entnommen wird (sie ist oft deutlich höher)
- Ungenauigkeit der erfassten Messwerte
- Nichtübereinstimmung mit den in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 aufgeführten Probennahmemethoden



## Wichtige Hinweise:

- ***Wenn diese Art Probennahmemethode verwendet wird, um ein Druckluftsystem zu prüfen, können die Ergebnisse nicht verwendet werden, um die Druckluftreinheit gemäß der Norm ISO 8573-1 zu klassifizieren oder zu validieren.***
- ***Klassifizierungen nach ISO 8573-1 sind nur möglich, wenn die richtige Probennahmemethode und Prüfausrüstung verwendet werden.***

# Prüfung gemäß der Normenreihe ISO 8573

Um ein Druckluftsystem präzise auf Verunreinigungen zu prüfen, ist die Befolgung der in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 vorgegebenen Prüfmethodik (d. h. der Probennahmemethode) ebenso wichtig wie die richtigen Prüfmittel.

Teil 2 bis 9 der ISO 8573 empfehlen typischerweise eine Probennahmemethode mit vollem Durchfluss oder mit isokinetischem (Teil-) Durchfluss.

Dieses Dokument bietet zunächst einen vereinfachten Überblick über die erforderliche Prüfmethodik zur präzisen Probennahme von Druckluftverunreinigungen.

Danach werden darin die Prüfmittel behandelt, die zur Prüfung und Validierung der Druckluftreinheit gemäß der Normenreihe ISO 8573 benötigt werden.

## **Wichtiger Hinweis:**

***Dieses Dokument sollte nicht als Ersatz für die einzelnen Normendokumente angesehen werden, und jegliche Organisation oder Einzelperson, die Validierungsprüfungen durchführen möchte, sollte stets die gesamte Norm von der ISO erwerben.***



---

## Probennahmemethodik

Die Verwendung der richtigen Probennahmemethode ist ein Schlüsselfaktor, um genaue Messungen der Verunreinigungen in einem Druckluftsystem sicherzustellen, da eine nicht ordnungsgemäße Probennahme zu fehlerhaften Ergebnissen führt.

Teil 2 bis 9 der ISO 8573 empfehlen typischerweise eine Probennahmemethode mit „vollem Durchfluss“ oder mit „isokinetischem Teildurchfluss“.

# Verfahren für die Probennahme – voller Durchfluss

Die Probennahmepunkte für Druckluft befinden sich typischerweise im Kompressorraum (nach den Aufbereitungskomponenten) und an jeder Verwendungsstelle für die Druckluft (in der Regel nach den Aufbereitungskomponenten für die Verwendungsstelle).

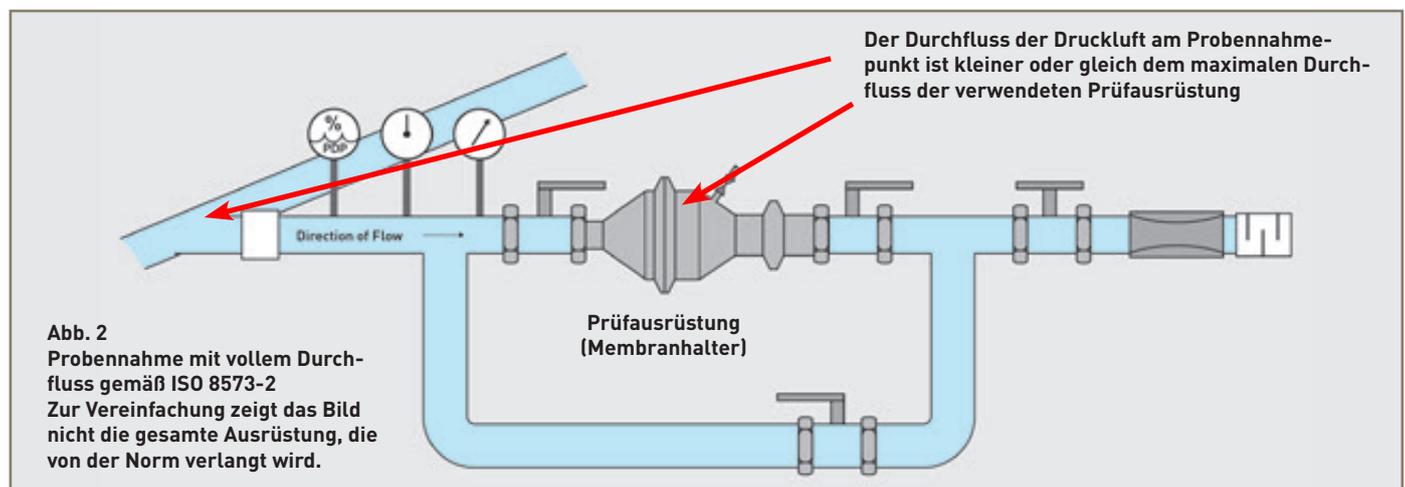
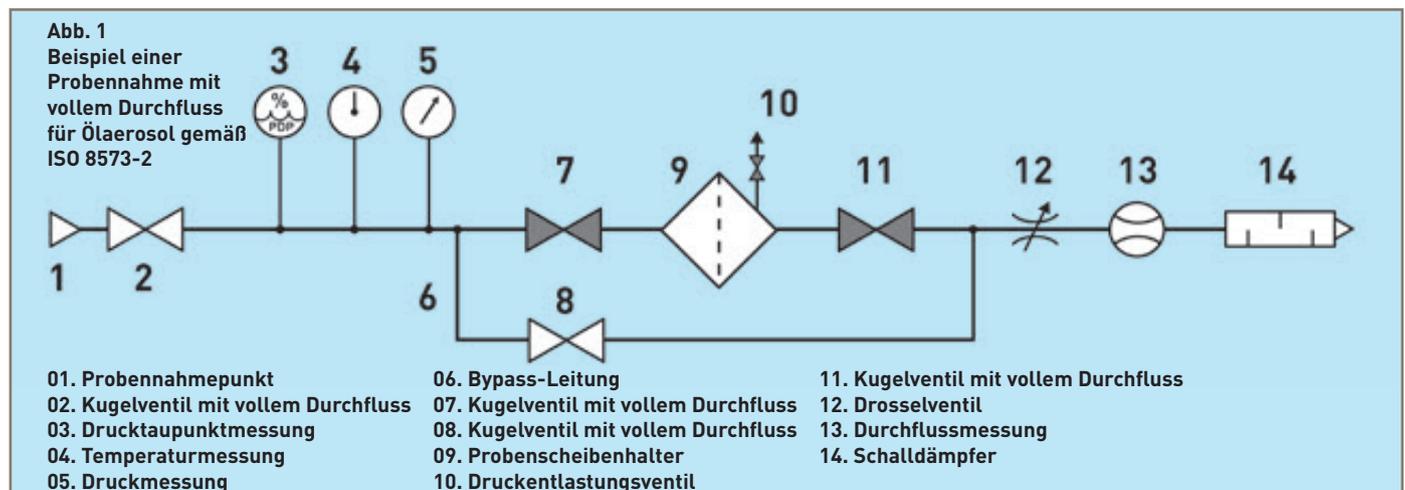
Der Durchmesser der Druckluftrohrleitungen und die Durchflussrate der Druckluft an jedem Probennahmepunkt ist daher im Kompressorraum und an jeder Verwendungsstelle unterschiedlich.

Die zur Prüfung der Luftreinheit (Qualität) verwendete Ausrüstung hat eine maximale Probennahmerate und einen maximalen Druck für Druckluft.

**Die Probennahme mit vollem Durchfluss ist zu verwenden, wenn:**

- Der Durchfluss der Druckluft am Probennahmepunkt kleiner oder gleich dem maximalen Durchfluss der verwendeten Prüfausrüstung ist
- Die Prüfausrüstung beim Systembetriebsdruck messen kann
- Wenn die Norm es zulässt (nicht alle Teile der ISO 8573 gestatten die Probennahme mit vollem Durchfluss)

## Beispiel einer Prüfanordnung für die Probennahme mit vollem Durchfluss



# Probennahmemethodik – Teildurchfluss

In den meisten Fällen hat die Ausrüstung zur Messung der Druckluftreinheit eine maximale Probennahmerate für Druckluft bzw. einen Betriebsdruck unterhalb der Durchflussrate oder dem Druck des Probennahmepunkts. Eine Probennahme mit vollem Durchfluss ist daher ungeeignet, da sie zu ungenauen Messungen führen würde.

## Die isokinetische Probennahme mit Teildurchfluss ist zu verwenden, wenn:

- Der Durchfluss der Druckluft am Probennahmepunkt die maximale Durchflussrate der Prüfausrüstung übersteigt
- Wenn die Norm sie anstelle der Probennahme mit vollem Durchfluss empfiehlt

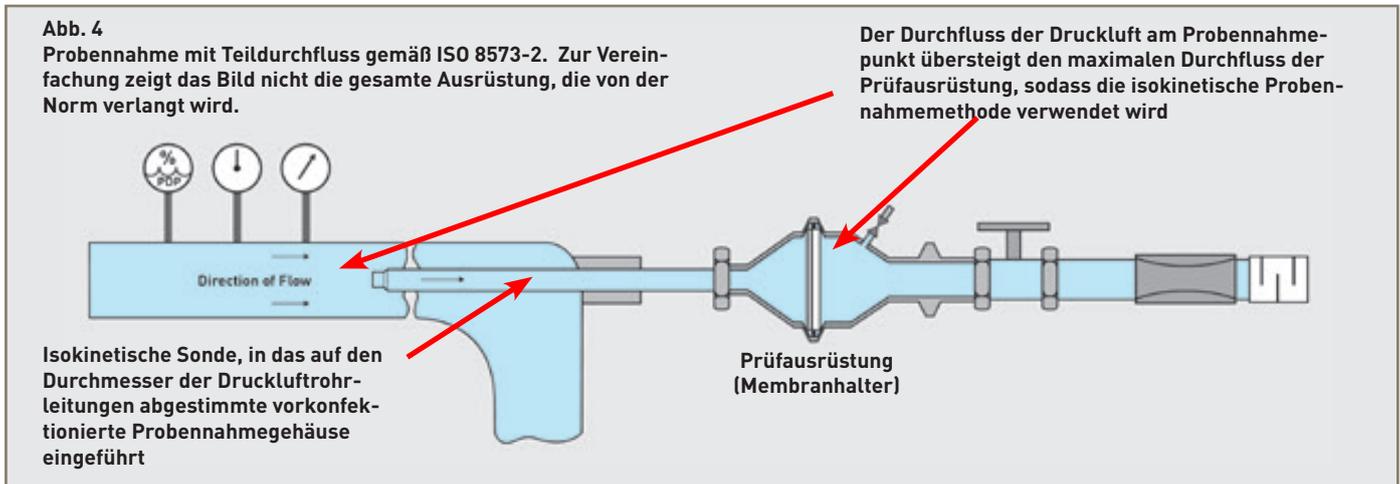
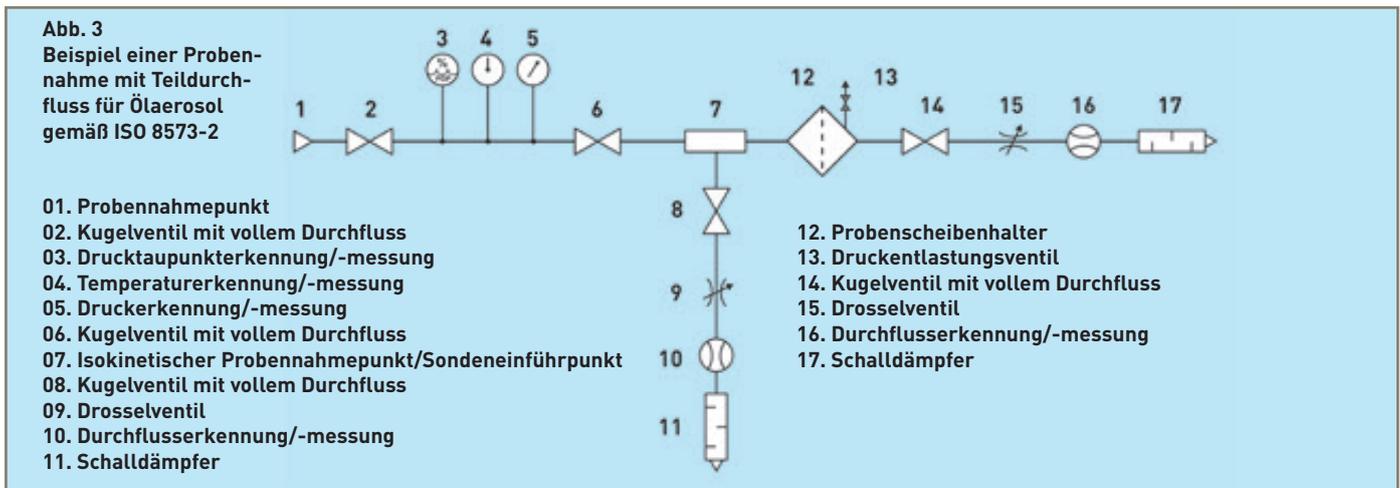
Die Verwendung der isokinetischen Probennahmemethode mit Teildurchfluss gewährleistet, dass die

Luftströmungsgeschwindigkeit und damit die Konzentration und Verteilung der Verunreinigungen in der Prüfausrüstung der Verteilung und Konzentration der Verunreinigung im Haupt-Druckluftstrom am Probennahmepunkt weitestgehend oder vollständig entspricht.

*Für Ölaerosolprüfungen, die Zählung von Feststoffpartikeln und mikrobiologische Prüfungen ist die isokinetische Probennahme mit Teildurchfluss erforderlich, um eine Validierung nach den höchsten ISO 8573-1-Klassifizierungen durchzuführen.*

Die isokinetische Probennahme mit Teildurchfluss erfordert in der Regel eine Modifizierung der Druckluftleitungen. Die Probennahme muss an einem 90°-Bogen mithilfe einer geeigneten isokinetischen Probennahmesonde durchgeführt werden. Nähere Informationen zur Prüfanordnung können Sie den relevanten Teilen der ISO 8573, Teil 2 bis 9 entnehmen.

## Beispiel einer Prüfanordnung für die isokinetische Probennahme mit Teildurchfluss



# Entspricht den Anforderungen der Normenreihe ISO 8573

Nachdem die richtige Probennahmemethode für die präzise Messung von Verunreinigungen bestimmt wurde, ist die Prüfausrüstung auszuwählen.

## Systemprüfung gemäß der ISO 8573, Teil 2 bis 9 (Prüfmittel)

Wie bereits erwähnt, bezieht sich jeder Teil der ISO 8573 von Teil 2 bis Teil 9 spezifisch auf eine Verunreinigung. Jedes der Dokumente wird regelmäßig von einem „technischen Komitee“ überprüft, das sich aus Branchenexperten sowie Vertretern von Handelsverbänden und Dachverbänden zusammensetzt. Normen werden in der Regel alle 5 Jahre überprüft und aktualisiert (jedoch nicht immer). Ob eine Norm im vergangenen Jahr aktualisiert wurde, lässt sich an dem im Dokumententitel genannten Datum erkennen – „ISO 8573-4:2019“ gibt zum Beispiel an, dass dieses Dokument im Jahr 2019 aktualisiert und herausgegeben wurde.

Ein Teil des Überprüfungsprozesses besteht in der Untersuchung von neuen Prüfmitteln und/oder Prüfmethoden. Wenn bei der Überprüfung des technischen Komitees festgestellt wird, dass neue Prüfmittel vorliegen, die mit einer vereinfachten Prüfmethodik ebenso genaue Ergebnisse wie bisher oder sogar eine höhere Genauigkeit liefern können, werden die Methodik oder die Prüfmittel geprüft, validiert und gegebenenfalls dem entsprechenden Teil der ISO 8573 hinzugefügt.



## Wichtige Hinweise:

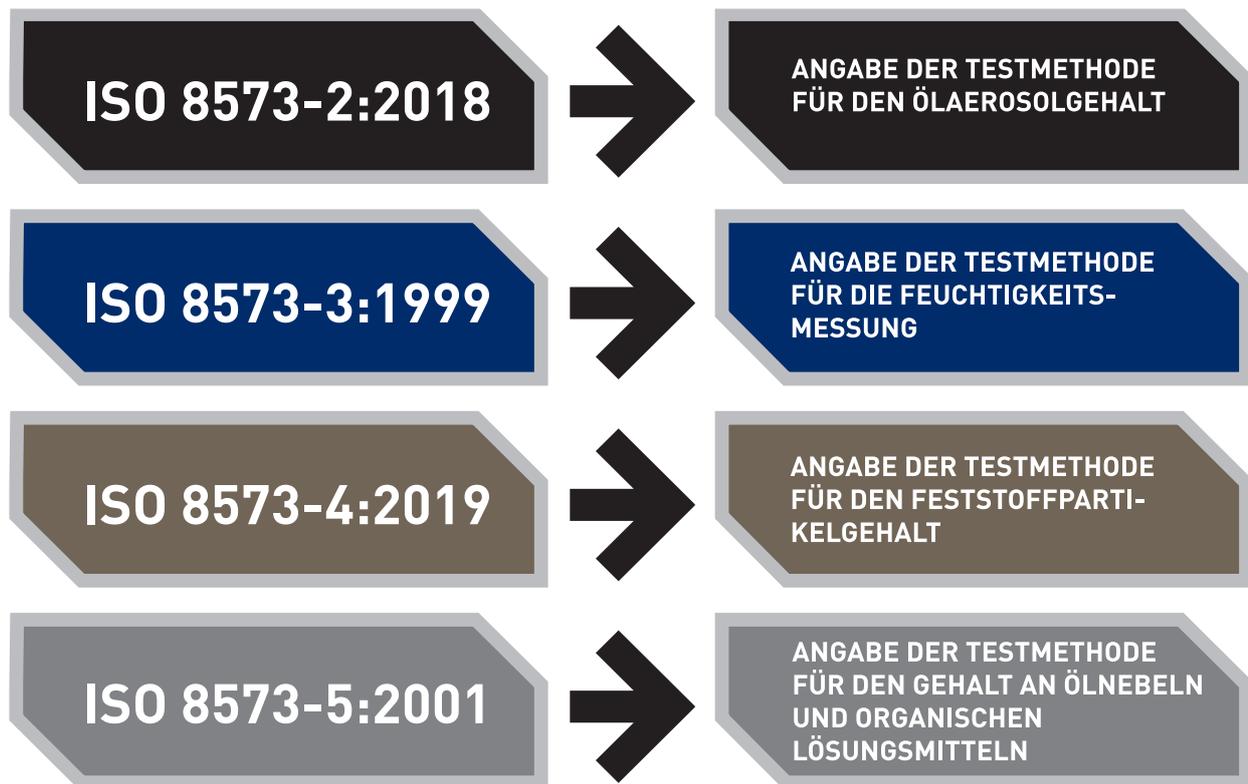
**Als Faustregel gilt: Sollte das für den Einsatz in Erwägung gezogene Prüfmittel nicht in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 enthalten sein, ist es nicht genau genug, um die Verunreinigung von Druckluft gemäß den Niveaus in der Norm ISO 8573-1 zu messen.**

**Noch wichtiger ist jedoch, dass in keiner der Normen genannte Prüfmitteln nicht verwendet werden können, um die Druckluftreinheit gemäß den Klassifizierungen der ISO 8573-1 zu validieren.**

# Übersicht über die wichtigsten Teile der ISO 8573

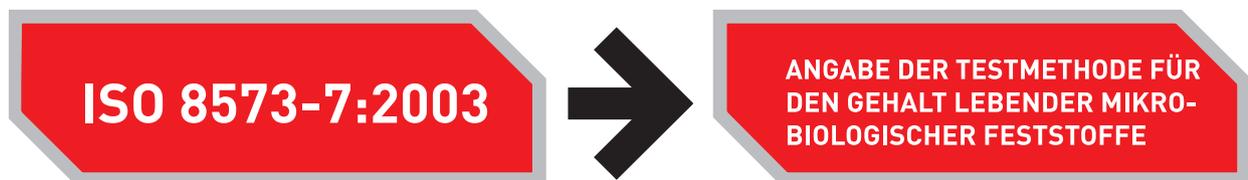
Wenn eine Validierung von Reinheitsklassifizierungen gemäß der ISO 8573-1 in den Druckluftaufbereitungskomponenten nachgeschalteten Systembereichen erforderlich ist, werden in der Regel vier Teile der Normenreihe ISO 8573 verwendet (für die genaue Messung von Feststoffpartikeln, Wasserdampf und des Gesamtölgehalts).

## Die am häufigsten verwendeten Teile der Normenreihe ISO 8573 (zusätzlich zur ISO 8573-1)



## Kritische Anwendungen

Für kritische Anwendungen in der Lebensmittel-, Getränke- und pharmazeutischen Industrie, in denen ein Sterilitätsnachweis oder einer Zählung von koloniebildenden Einheiten (Colony Forming Units, CFU) erforderlich ist, muss ein weiterer Teil der Normenreihe ISO 8573 in Verbindung mit den oben genannten Prüfverfahren für Partikel verwendet werden.



Auf den Seiten 12 bis 17 dieses Dokuments werden die zu befolgende Methodik und die Prüfmittel erläutert, die zur Prüfung und Klassifizierung (Validierung) der Druckluftreinheit gemäß der Norm ISO 8573-1 benötigt werden. Diese Seiten sollten nicht als Ersatz für die einzelnen Normdokumente angesehen werden, die sich jede Organisation oder Einzelperson anschaffen sollte, die Validierungsprüfungen durchführen möchte.

# ISO 8573-2:2018 Ölaerosol

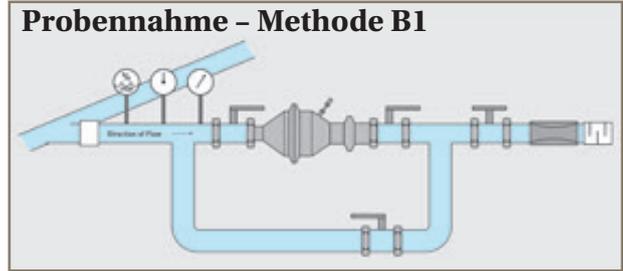
In der Norm werden folgende Probennahmemethoden genannt:

- Probennahmemethode A - voller Durchfluss
- Probennahmemethode B1 - voller Durchfluss
- Probennahmemethode B2 - isokinetischer Teildurchfluss

In der Norm genannte Probennahmeausrüstung

- Methode A, voller Durchfluss - Koaleszenzfilter
- Methode B1, voller Durchfluss - dreilagiger\* Membranfilter
- Methode B2, Teildurchfluss - dreilagiger\* Membranfilter  
\* oder mehr Lagen, falls erforderlich

Die Probennahmemethoden B1 und B2 sind am genauesten und sind erforderlich, um ein Filtrationskomponenten nachgeschaltetes Druckluftsystem zu prüfen und festzustellen, ob dessen Luftreinheit (Qualität) den Anforderungen der ISO 8573-1:2010 entspricht.



Ermitteln von Ergebnissen mit den Methoden B1 und B2 wie in der ISO 8573-2 dargelegt

### Membranprobennahme und Lösungsmittel-extraktionsprozess

1. Probe nehmen
2. Membran entfernen
3. Lösungsmittel-extraktion von Öl von der Membrane
4. Lösungsmittel mit Infrarotspektrometer oder Gaschromatograph analysieren
5. Ergebnisse berechnen

5 Diese Art von Prüfung erfolgt nicht in „Echtzeit“, und zurzeit sind keine „Echtzeit“-Messgeräte verfügbar, die die erforderliche Genauigkeit für die Klassifizierung von Druckluft gemäß der Norm ISO 8573-1 für den Gesamtölgehalt bieten.

**Methode B1 – erforderliche Prüfausrüstung:**

1. Saubere Rohrleitungen/Verschraubungen/Ventile
2. Taupunkt-Hygrometer
3. Manometer
4. Temperaturmessgerät
5. Membranhalter und Membranen
6. Ausrüstung für die Lösemittlextraktion
7. Infrarotspektrometer oder Gaschromatograph

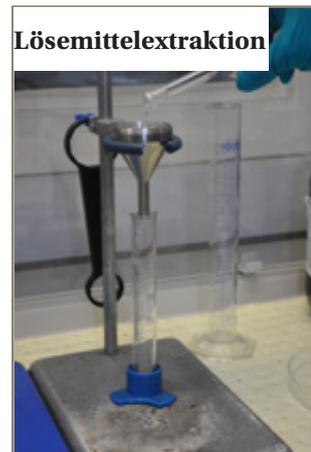
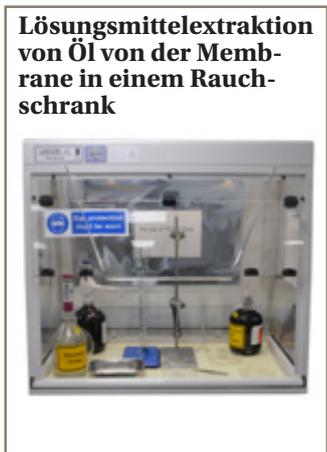
**Methode B2 – erforderliche Prüfausrüstung:**

8. Saubere Rohrleitungen/Verschraubungen/Ventile
9. Taupunkt-Hygrometer
10. Manometer
11. Temperaturmessgerät
12. Isokinetische Probennahmesonden/Probennahmeverrichtung
13. Membranhalter und Membranen
14. Ausrüstung für die Lösemittlextraktion
15. Infrarotspektrometer oder Gaschromatograph

**Isokinetische Probennahmepunkte und Sonden. Diese müssen auf den Durchmesser der Rohrleitung am Probennahmepunkt abgestimmt sein, sodass eine bestimmte Anzahl benötigt wird**



**Membranhalter aus Edelstahl**



**Wichtige Hinweise:**

*Zur Validierung nach ISO 8573-1:2010 für den Gesamtölgehalt ist zusätzlich eine Ölnebelprüfung nach ISO 8573-5 erforderlich. Die Ergebnisse der beiden Prüfungen müssen addiert werden, um einen Gesamtölgehalt zu ergeben.*

# ISO 8573-3:1999 Feuchtigkeit (Taupunkt)

In der Norm werden folgende Probennahmemethoden genannt:

- Probennahmemethode – voller Durchfluss
- Probennahmemethode – Teildurchfluss mit Bypass-Rohr

## Messung mit vollem Durchfluss

Die Sonde wird in den Hauptluftstrom eingeführt, aber gegen freies Wasser und andere Verunreinigungen geschützt. Sie wird innerhalb der angegebenen unteren und oberen Grenzwerte für die Strömungsgeschwindigkeit des Messsystems verwendet.

## Messung mit Teildurchfluss

Die Sonde wird in einem kleinen Bypass-Rohr platziert. Auf diese Weise kann die Strömungsgeschwindigkeit gesteuert werden, der die Sonde ausgesetzt ist. Bei tragbaren Messgeräten ist die Sonde in das Messgerät integriert und über Rohrleitungen aus geeignetem Material mit dem Haupt-Probennahmepunkt verbunden.

## Teildurchfluss – erforderliche Prüfausrüstung:

1. Hygrometer
2. Bypass-Rohr/Durchflussmesser/Regler

Gekühlte Spiegelhygrometer bieten oft die höchste Taupunktgenauigkeit (Messung unter Druck), können jedoch teure, empfindliche Geräte sein. In der Regel werden für Vor-Ort-Messungen Hygrometer mit einer auf dem Widerstand, der Kapazität oder der Leitfähigkeit basierenden elektrischen Messmethode verwendet, da sie den besten Kompromiss zwischen Kosten, Genauigkeit, Langlebigkeit und Tragbarkeit bieten. Bei vielen Drucklufttrocknern ist diese Art Hygrometer in die Steuerungen/Energiemanagementsysteme integriert.

## Wichtige Hinweise:

Die Feuchtigkeit (der Taupunkt) kann entweder bei atmosphärischem Druck (was als Messwert den atmosphärischen Taupunkt oder ATP ergibt) oder bei Systemdruck (was als Messwert den Drucktaupunkt oder DTP ergibt) gemessen werden. Für jeglichen Feuchtigkeitsmesswert (Taupunkt) ist anzugeben, ob es sich um einen ATP- oder DTP-Wert handelt.

Die Durchführung einer Feuchtigkeitsmessung (Taupunkt) erfordert in der Regel weder andere Geräte als ein Hygrometer noch Modifizierungen der Rohrleitungen des Systems, wie sie z. B. für die isokinetische Probennahme erforderlich sind. Zur Probennahme für die Taupunktmessung werden aufgrund der Permeabilität bestimmter Rohrleitungsmaterialien Probennahmerohre aus PTFE oder Edelstahl benötigt, um Messungen von niedrigen Taupunkten durchzuführen (z. B. -70 °C DTP).

Beispiel eines typischen Hygrometersensors



Hygrometersensor in Bypass-Rohr für Teildurchfluss



Beispiel eines gekühlten Spiegelhygrometers



Beispiel eines typischen Hygrometers, das mit einer elektrischen Messmethode arbeitet (basierend auf Kapazität, Widerstand oder Leitfähigkeit)



# ISO 8573-4:2019 Partikel

## In der Norm werden folgende Probennahmemethoden genannt:

Die zu verwendende Messmethode hängt von der Größe der Partikel in der Druckluft ab.

1. Probenscheibe und Bemessung/Zählung durch Lichtmikroskopie ( $\geq 5,0$ )
2. Probenscheibe und Bemessung/Zählung durch Rasterelektronenmikroskop ( $\geq 0,005 \mu\text{m}$ )
3. Optisches Gerät für Partikelbemessung und -zählung ( $\geq 0,06$  bis  $\leq 100 \mu\text{m}$ )

Da die Methoden 1 und 2 relativ zeitaufwendig sind, wird am häufigsten die Methode 3 verwendet.

## Prüfung mit Geräten zur Partikelbemessung und -zählung

Da bei dieser Art von Messgeräten die Durchflussraten für die Probennahme oft sehr niedrig sind, ist eine Probennahme mit vollem Durchfluss wahrscheinlich nicht möglich, sodass die Probennahme mit isokinetischen (Teildurchfluss-) Techniken erfolgt.

## Geräte zur Partikelbemessung und -zählung

Diese Messgeräte verwenden das „Lichtstreuungsmessprinzip für die Messung einzelner Partikel“. In der Regel handelt es sich bei der Technologie um ein optisches Aerosolspektrometer (OAS) oder einen optischen Partikelzähler (OPC). Die Auswahl erfolgt basierend auf der Partikelgröße und -konzentration, die der Nutzer messen möchte. Die beiden Technologien decken unterschiedliche Partikelgrößen und -konzentrationen ab.

- Optisches Aerosolspektrometer (OAS):  $\geq 0,06$  bis  $\leq 100 \mu\text{m}$
- Optischer Partikelzähler (OPC)  $\geq 0,1$  bis  $\leq 10 \mu\text{m}$

OAS-Geräte sind generell toleranter gegen hohe Partikelkonzentrationen und größere Partikel und werden üblicherweise für die Probennahme aus unaufbereiteter Druckluft verwendet.

Laserbasierte OPC eignen sich ideal für den Nachweis von kleinen Partikelgrößen in geringen Konzentrationen. Sie werden üblicherweise für die Probennahme in Druckluft verwendet, die sich in den Aufbereitungskomponenten nachgeschalteten Systemteilen befindet.

## Teildurchfluss – erforderliche Prüfausrüstung:

4. Isokinetische Probennahmesonden/Probennahmeverrichtung
5. Optischer Partikelzähler (OPC)

## Wichtige Hinweise:

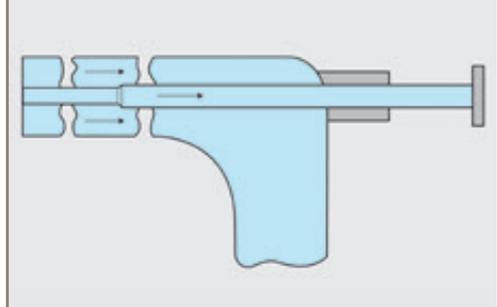
Dies sind die Methode und Ausrüstung, die für die präzise Messung von Druckluft gemäß den Reinheiten in der ISO 8573-1 Klasse 0, 1 oder 2 für Partikel benötigt wird.

Nicht alle OPC können in den Partikelgrößenbereichen messen, die für die Klassifizierung nach ISO 8573-1 verlangt werden. Stellen Sie stets sicher, dass der verwendete optische Partikelzähler Messungen in den folgenden Partikelgrößenbereichen durchführen kann:

## Messbereich/für die Prüfausrüstung erforderliche Größenbereiche

0,1 bis 0,5  $\mu\text{m}$ /0,5 bis 1  $\mu\text{m}$ /1 bis 5  $\mu\text{m}$

Für die genaue Partikelmessung ist eine isokinetische Probennahme mit Teildurchfluss erforderlich



Beispiel eines optischen Aerosolspektrometers (OAS)



Beispiel eines optischen Partikelzählers (OPC)



# ISO 8573-5:2001 Ölnebel

**In der Norm wird folgende Probennahmemethode genannt:**

*Die Probe muss frei von störenden Verunreinigungen wie Wasserdampf und Ölaerosol sein. Die Probennahme und Analyse des Ölnebels ist bei einer konstanten Durchflussrate durchzuführen. Der Temperatur und der Geschwindigkeitsbereich müssen innerhalb der vom Hersteller der Prüfmittel spezifizierten Bereiche liegen. Die Sonde muss in einem kleinen Extraktionsrohr platziert werden, das eine Luftprobe vom Hauptrohr in die Messkammer leitet, wo die Messung unter Systemdruck durchgeführt wird.*

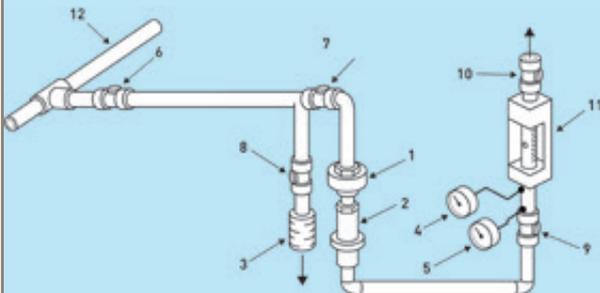
## Benötigte Prüfmittel

1. Probennahmeverrichtung
2. Membranhalter und Membranen
3. Probennahmerohr aus Edelstahl und Adsorptionsmittel
4. Ausrüstung für die Lösemittelextraktion
5. Gaschromatograph

## Wichtige Hinweise:

**Die Norm gibt an, dass für Prüfungen nach diesem Teil der ISO 8573 chemische Detektorröhrchen verwendet werden können, um einen ersten Hinweis auf das Vorhandensein von Ölnebel zu liefern. Anschließend ist aus Genauigkeitsgründen die Gaschromatographie-Methode zu verwenden.**

### Erforderliche Probennahmemethodik und -ausrüstung zur präzisen Messung von Ölnebel



- |                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 01. Membranhalter       | 02. Probennahmerohr aus Edelstahl |
| 03. Schalldämpfer       | 04. Manometer                     |
| 05. Temperaturmessgerät | 06. Absperrventil                 |
| 07. Absperrventil       | 08. Absperrventil                 |
| 09. Drosselventil       | 10. Drosselventil                 |
| 11. Durchflussmesser    | 12. Hauptrohr                     |

### Beispiel eines ATD Thermodesorptionsröhrchens (wird für die untere Nachweisgrenze verwendet)



### Beispiel eines Gaschromatographen (GC) für die Analyse von Ölnebelproben, die in den Thermodesorptionsröhrchen gesammelt wurden



### Beispiel eines Kohlenstoffdesorptionsröhrchens



# ISO 8573-7:2003 Gehalt lebender mikrobiologischer Verunreinigungen

In der Norm wird folgende Probennahmemethode genannt:

- Probennahmemethode – isokinetisch mit Teildurchfluss

*Es ist eine isokinetische Prüfmethode wie in der ISO 8573-4 angegeben zu verwenden.*

Die Luft wird zuerst gemäß ISO 8573-4 auf Feststoffpartikel geprüft. Die nächsten Proben werden mit einem Slit-Sampler genommen, da ein Partikelanalysator nicht zwischen Partikeln und Mikroorganismen unterscheiden kann.

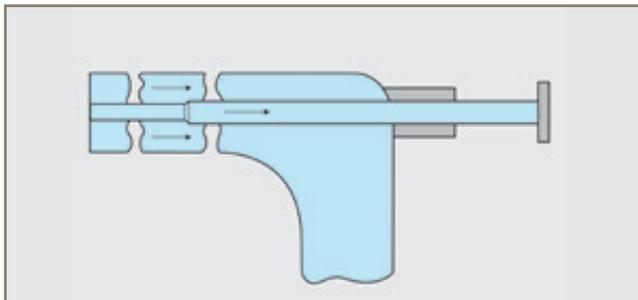
Der Slit-Sampler leitet Druckluft über eine Agarplatte. Die Platte wird dann ein Labor gesendet, inkubiert und auf Wachstum geprüft.

Der Zweck des Tests ist es, zu ermitteln, ob die Luft steril oder nicht-steril ist und bei Bedarf eine Zählung

von koloniebildenden Einheiten (Colony Forming Units, CFU) zu liefern.

**Teildurchfluss – erforderliche Prüfausrüstung:**

1. Probennahmeverrichtung (einschließlich Durchflussmesser)
2. Isokinetische Probennahmesonden/Rohrleitungen
3. Probennahmeverrichtung
4. Slit-Sampler und Agarplatten
5. Inkubator (oder Zugang zu einem Labor)



Agarplatte mit mikrobiologischem Wachstum aus Druckluftprobe



# Indikative Prüfung

Wenn die in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 vorgegebene Probennahmemethodik nicht befolgt wird, sind die Klassifizierung nach ISO 8573-1 und Validierung der Luftreinheit nicht möglich. Wenn die zu verwendenden Prüfausrüstung in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 nicht aufgeführt ist, sind die Klassifizierung nach ISO 8573-1 und Validierung der Luftreinheit nicht möglich. Jegliche Prüfungen, die nicht gemäß Teil 2 bis 9 der ISO 8573 durchgeführt werden, bezeichnet man daher als „indikative Prüfung“.

## Indikative Prüfung – Verwendung der Prüfergebnisse

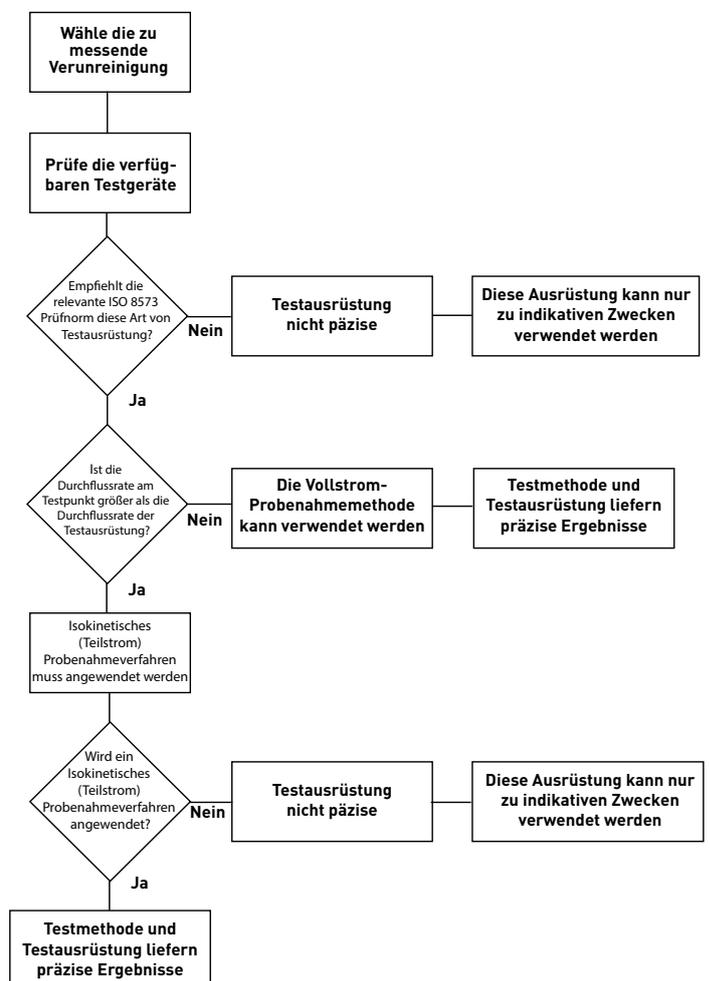
Während Indikative Prüfungen nicht zur Validierung der Luftreinheit verwendet werden können, liefern sie für Druckluftnutzer möglicherweise dennoch nützliche Informationen. In bestimmten Branchen müssen Betreiber möglicherweise belegen können, dass ihr Druckluftsystem in bestimmten Abständen geprüft wurde, um die Konformität nachzuweisen (z. B. Lebensmittel-/Getränke-/pharmazeutische Industrie).

In den meisten Fällen verhindern die Kosten und Komplexität der Prüfausrüstung und Befolgung der Probennahmemethodik gemäß Teil 2 bis 9 der ISO 8573 eine vollständige Validierung oder deren kosteneffektive Durchführung. Daher können indikative Prüfungen durchgeführt werden, um mögliche Veränderungen der Luftreinheit an kritischen Verwendungsstellen zu erkennen. Anhand der Ergebnisse dieser indikativen Prüfung können Nutzer nach wesentlichen Veränderungen von Verunreinigungsniveaus suchen, diese gegebenenfalls identifizieren und geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen.

## Auswahl der Prüfausrüstung

Bei der Auswahl von Geräten zur Prüfung eines Druckluftsystems auf Verunreinigungen ist es wichtig, zu wissen, ob die Ergebnisse der Prüfung sich für eine Klassifizierung nach ISO 8573-1 (und Validierung der Luftreinheit) eignen oder nur zur Indikativierung dienen.

Dieses Flussdiagramm kann Sie bei der Auswahl Ihrer Ausrüstung unterstützen.



# Prüfausrüstung für indikative Prüfungen

Bei der Verwendung von Prüfausrüstung und/oder von Prüfmethoden, die in der Normenreihe ISO 8573 nicht empfohlen werden, ist es ratsam, sich mit den Grenzen bzw. Einschränkungen der verwendeten Ausrüstung oder Probennahmemethodik vertraut zu machen. Im Folgenden finden Sie einen Überblick über allgemein erhältliche Prüfgeräte, die für indikative Prüfungen von Druckluftsystemen verwendet werden.

Gerätetyp	Zur Messung von	Probennahmemethode
Partikelzähler	Partikelzählung	T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck T-Stück in Verrohrung, das eine isokinetische Sonde versorgt
Hygrometer	Drucktaupunkt oder atmosphärischer Taupunkt	T-Stück in Verrohrung, zu Hygrometer gerichtet T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck
Chemische Detektorröhrchen	Wassergehalt	T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck
PID (Photoionisationsdetektor)- basierter digitaler Ölanalysator	Ölnebel	T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck T-Stück in Verrohrung, das eine isokinetische Sonde versorgt
Chemische Detektorröhrchen (Impaktor)	Ölaerosol	T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck
Chemische Detektorröhrchen (Adsorptionsmittel)	Ölnebel	T-Stück in Verrohrung, mit geregelter Durchfluss und Druck

## Wichtiger Hinweis:

***Sämtliche oben aufgeführten Geräte/Probennahmemethoden sind für die Validierung der Reinheit von Druckluft gemäß den Klassifizierungen in der ISO 8573-1 nicht geeignet.***

# Partikelzähler (Feststoffpartikel)

Die in der ISO 8573-4 aufgeführten Partikelzähler, die Messungen gemäß der Norm ermöglichen, können sehr teure, empfindliche Prüfgeräte sein und eignen sich oft nur für Prüfungen unter Laborbedingungen.

Es sind allerdings zahlreiche verschiedene Ausführungen von tragbaren Partikelzählern erhältlich, und einige davon scheinen erschwingliche und kosteneffektive Alternativen zu sein. Die meisten dieser Geräte wurden jedoch ursprünglich entwickelt, um Umgebungsluft in Reinräumen zu messen, d. h. nicht für die Probenahme in druckbeaufschlagten Druckluftsystemen. Sie messen oft nicht bis zu den Niveaus, die in der Klassifizierungstabelle der ISO 8573-1 angegeben sind (in der Regel nur bis 0,2 oder 0,3  $\mu\text{m}$  und/oder nicht in den erforderlichen 3 verschiedenen Bereichen). Bei vielen Geräten muss die Luft außerdem auf den atmosphärischen Druck entspannt werden, was ebenfalls die Ergebnisse beeinflusst.

Häufig wird die Partikelzählung aufgrund der geringen Kosten dieser Art Partikelzähler in Systembereichen durchgeführt, die Filtern nachgeschaltet sind. Die sogenannte „indikative Prüfung“ von Filtern verursacht die häufigsten Missverständnisse zwischen Druckluftnutzern und Geräteherstellern. Komponenten für die Druckluftaufbereitung wie Koaleszenz- und Trockenpartikelfilter werden von Prüfern oft als „defekt“ beurteilt (d. h. sie erzielen nicht die spezifizierten Luftreinheit), obwohl sie vollständig intakt sind und der Fehler auf die Prüfausrüstung, die Prüfmethode und/oder die Fachkenntnis des Prüfers zurückzuführen ist. Beispiel:

- Partikelzähler werden nicht immer saubergehalten und vor dem Gebrauch gespült.
- Die Gerätekalibrierung ist nicht immer aktuell.
- Viele Betreiber verstehen nicht, wie der Partikelanalysator funktioniert (d. h., was er misst und was die Messungen beeinflussen kann) und können daher die Ergebnisse fehlinterpretieren.
- Einige Geräte zeigen kumulative Zählungen, sie zählen z. B. alles unterhalb 5  $\mu\text{m}$ , dann alles unterhalb 3  $\mu\text{m}$  und dann alles unterhalb 1  $\mu\text{m}$ , sodass der Nutzer die niedrigeren Messwerte subtrahieren muss (was zu doppelten oder dreifachen Zählungen und hohen Partikelzahlen führt).
- Zusätzlich zu Feststoffpartikeln können Partikel-

zähler auch Flüssigkeitsaerosole, Kondensation und Mikroorganismen in ihren Ergebnissen erfassen.

- Die Prüfausrüstung misst nicht immer in den drei Bereichen, die von der ISO 8573-1 verlangt werden. Daher versuchen Prüfer manchmal, Partikelzählungen den ISO-Bereichen neu zuzuordnen, und verfälschen so die Ergebnisse.
- Die Prüfpunkte nach Filtern befinden sich oft nicht direkt am Auslass des letzten Filters, sodass Partikel aus Rohrleitungen und Anschlüssen in die Zählung aufgenommen werden können.
- Die Anschlüsse und Ventile an den Prüfpunkten sind oft eine Quelle für zahlreiche Partikelverunreinigungen, die in die Partikelzählung eingehen.
- Mit Ausnahme von sterilen Luftfiltern mit absoluter Rückhaltung bieten universelle und hoch-effiziente Trockenpartikelfilter bestenfalls eine Effizienz von 99,9999 %. Je höher die Partikelkonzentration am Einlass des Filters ist, desto höher ist sie also auch nach dem Filter.
- Viele Filter befinden sich im Kompressorraum, die Prüfungen werden jedoch an der Verwendungsstelle durchgeführt. Die Partikelzahlen enthalten daher Verunreinigungen, die an den Verteilerröhren aufgenommen wurden (die Reinheit von Druckluft bezieht sich nur auf den letzten Druckluftfilterauslass).
- Filter an der Verwendungsstelle für kritische Anwendungen verfügen oft über nachgeschaltete Rohrleitungen, die aus Materialien bestehen, welche die Partikelanzahl erhöhen können (verwenden Sie nach Abschlussfiltern für kritische Anwendungen immer neue, gereinigte Rohrleitungen).
- Prüfungen nach der Wartung von Filtern (Austausch des Filterelements) ergeben oft höhere Partikelzahlen, da durch das Abschrauben der Filterschale zum Austausch des Filterelements Partikel entstehen. Atmosphärische Partikel können auch in das Filterinnere gelangen, was die Partikelanzahl kurzfristig erhöht.
- Die Auslastung des Druckluftsystems kann die Partikelzahlen erhöhen und muss bei der Prüfung berücksichtigt werden.
- Stöße gegen das Rohr können Partikel lösen und so die Partikelanzahl erhöhen.

# Hygrometer (Taupunkt)

## Digitale Hygrometer

Spektroskopische und gekühlte Spiegel (Kondensations)-Hygrometer können sehr teuer sein. Mittlerweile sind jedoch digitale Hygrometer erhältlich, die Messungen basierend auf der Kapazität, dem Widerstand oder der Leitfähigkeit durchführen und einen ausgezeichneten Kompromiss zwischen Genauigkeit, Ansprechzeit und Erschwinglichkeit bieten.

Der Taupunkt ist die einzige Verunreinigung, die kostengünstig „in Echtzeit“ gemessen werden kann. Während Messungen für die Konformität mit der ISO 8573-3 stets anhand der in der Norm genannten Methodik durchgeführt werden sollten, kann der Taupunkt an den meisten Punkten im System mithilfe eines „T-Stücks“ mit akzeptabler Genauigkeit gemessen werden.



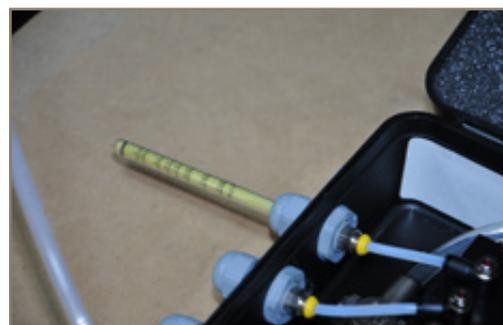
# Chemische Detektorröhrchen (Taupunkt)

## Chemische Detektorröhrchen

Chemische Detektorröhrchen für Wasser eignen sich in der Regel nur für die Messung von nicht druckbeaufschlagter Luft und liefern Messwerte in  $\text{mg H}_2\text{O}/\text{m}^3$ . Um einen Wert für den Drucktaupunkt (DTP) zu erhalten, muss das Ergebnis zuerst in einen entsprechenden atmosphärischen Taupunkt (ATP) und dann in einen Drucktaupunkt umgerechnet werden.

Da sich der Taupunkt von Druckluft in der Zeit, in der die Messungen und Berechnungen durchgeführt werden, permanent verändert (aufgrund der schwankenden Umgebungsbedingungen und der Funktionsweise von Drucklufttrocknern), hat sich der Drucktaupunkt der Druckluft im System nach der Messung bereits verändert.

Chemische Detektorröhrchen eignen sich daher am besten, um den Feuchtigkeitsgehalt „gelagerter“ Druckluft zu messen, z. B. in einer Pressluftflasche, und nicht für Messungen in einem dynamischen Druckluftsystem.



# Digitale Ölanalysatoren (Ölnebel)

Es gibt eine Reihe von digitalen Ölanalysatoren, die als geeignet für die Messung des Gesamtölgehalts in Druckluft und Klassifizierung nach ISO 8573-1 vermarktet werden. Diese Art von Geräten ist jedoch in den Listen der empfohlenen Prüfmittel der ISO 8573-2 und ISO 8573-5 nicht aufgeführt.

Digitale Ölanalysatoren verwenden in der Regel Photoionisationsdetektoren (auch als PID bezeichnet). Ein Photoionisationsdetektor verwendet eine UV-Lichtquelle, um ein Elektron von Kohlenwasserstoffen und flüchtigen organischen Verbindungen (FOV) in der Druckluft abzuspalten und geladene Ionen zu erzeugen. Die geladenen Ionen landen auf einer Kollektorelektrode und der Detektor misst den elektrischen Strom relativ zur vorhandenen Konzentration von FOV. Das Ergebnis wird als Wert in  $\text{mg}/\text{m}^3$  auf dem Gerätedisplay angezeigt.

Die Druckluft wird direkt oder über einen Nullluftgenerator (Katalysator) zum PID-Sensor geleitet. Der Zweck des Nullluftgenerators ist es, ein Referenzgas bereitzustellen, dass die Nullmessungsreferenz im Detektor regelmäßig zurücksetzt.

Konstruktionsbedingt können PID nur den Ölnebelgehalt messen. Sie liefern keine Messwerte für flüssiges Öl oder Ölaerosole und somit keinen Messwert für den Gesamtölgehalt, wie es die ISO 8573-1 verlangt. Da Ölaerosole in der Regel den Hauptteil des vorhandenen Öls darstellen, führen PID-basierte Messgeräte zu einer erheblichen Unterschätzung der vorhandenen Ölmenge.

## Zu den Beschränkungen von Photoionisationsdetektoren (PID) zählen:

- Sie werden oft als Geräte für die Messung des Ölgehalts in Druckluft vermarktet, was den Gesamtölgehalt impliziert, obwohl sie tatsächlich nur für die spezifische Messung von Ölnebel ausgelegt sind.
- Sie messen nicht den Gesamtölgehalt (Flüssigkeit/Aerosol/Nebel) gemäß ISO 8573-1 und können somit keine Klassifizierung der Luftreinheit nach ISO 8573-1 liefern.
- Aufgrund ihrer Genauigkeit sind sie in der Normreihe ISO 8573 nicht als anerkanntes Prüfmittel aufgeführt und können daher nicht verwendet werden, um eine Klassifizierung der Luftreinheit nach ISO 8573-1 durchzuführen.
- Unter bestimmten Umständen können sie Kohlenwasserstoffe und FOV mit weniger als sechs

Kohlenstoffatomen ( $< C_6$ ) messen, was die Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinträchtigt.

- Die Messgenauigkeit schwankt stark – von einer Genauigkeit von  $\pm 30\%$  bei niedrigen Konzentrationen ( $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) bis zu einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  bei höheren Konzentrationen ( $2,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).
- Aufgrund der schwankenden Genauigkeit können Werte, die der Klasse 2 nach ISO 8573-1 zuzuordnen sind, als Werte der Klasse 1 und umgekehrt erscheinen.
- PID dürfen nur für gefilterte, trockene Druckluftversorgungen verwendet werden, d. h. niemals direkt nach einem ölfreien Kompressor.
- Das Messgerät regelt den Druck (in der Regel auf 2,5 bar ü), was die Lufttemperatur der Probe verändern und damit die Genauigkeit beeinträchtigen kann.
- Die Genauigkeit eines PID kann durch die Umgebungstemperatur, direkte Sonneneinstrahlung und lokalisierte Strahlungsquellen (z. B. Funkwellen) beeinflusst werden.
- Die Teildurchfluss-Messmethode, die von den meisten PID verwendet wird, ist keine echte isokinetische Probennahme, was die Genauigkeit der Prüfergebnisse beeinträchtigen kann.
- Der Nullluftkatalysator, der einen Teil des Detektionssystems bildet, arbeitet bei Temperaturen zwischen  $130\text{ °C}$  und  $240\text{ °C}$ . Außerhalb dieses Bereichs liefert das Gerät gar keine Ergebnisse.
- Änderungen bei der Probendurchflussrate können die Messwerte beeinflussen.
- PID können auch durch das Vorhandensein von Ölaerosolen, Wasseraerosolen, Partikeln und Mikroorganismen gestört werden.

## Verwendung von PID-basierten digitalen Ölanalysatoren

Da die Genauigkeit der PID-basierten Messgeräte die Anforderungen der Norm ISO 8573-5 nicht erfüllt, sollten sie nur für „indikative Prüfungen“ des **Ölnebelgehalts** verwendet werden (wie die chemischen Detektorröhrchen, die in der ISO 8573-5 genannt werden und nur zur allgemeinen Einschätzung genutzt werden, bevor eine präzisere Probennahme erfolgt). PID-basierte Messgeräte dürfen auf keinen Fall verwendet werden, um die Klassifizierungen nach ISO 8573-1 für den Gesamtölgehalt in einer Druckluftversorgung zu messen, da sie nicht konform und nach der Norm nicht zugelassen sind.

# Chemische Detektorröhrchen (Öl)

Viele Luftreinheits-Test-Kits verwenden chemische Detektorröhrchen. Diese kommen oft bei der Prüfung von Druckluftsystemen zum Einsatz, unterliegen jedoch zahlreichen Beschränkungen.

## Zu den Beschränkungen von chemischen Detektorröhrchen zählen:

- **Messbereich:** Der Messbereich vieler Röhrchen liegt außerhalb von den Gesamtölgehalten, die in der ISO 8573-1 für die Klasse 1 und/oder die Klasse 2 angegeben sind.
- **Ölraeosole:** Viele Detektorröhrchen messen nur Aerosole und keinen Ölnebel.
- **Klassifizierung nach ISO 8573-1:** Diese erfordert die Messung des Gesamtölgehalts (Flüssigkeit/Aerosol/Nebel), die mit chemischen Detektorröhrchen nicht möglich ist.
- **Die Ergebnisse sind subjektiv;** viele basieren auf leichten Farbveränderungen, während andere auf farbigen Punkten (Impaktoren) basieren.
- **Genauigkeit:** Eine Studie des NIOSH hat ergeben, dass die typische Genauigkeit von chemischen Detektorröhrchen bei korrekter Anwendung bei etwa +/- 25 % liegt.
- **Temperatur:** Die Röhrchen werden in der Regel bei 20 °C kalibriert. Umgebungs- und Drucklufttemperaturen über oder unter 20 °C können die Ergebnisse beeinflussen.
- **Druck:** Der Druck der Druckluft muss geregelt werden, was die Ölkonzentration in der Druckluft verändert.
- **Probennahmemethode:** Der Luftstrom am Probennahmepunkt ist üblicherweise höher als die Durchflussrate der Probe durch das Röhrchen. Dadurch müssen der Durchfluss und der Druck geregelt werden, sodass die Probe im Röhrchen nicht repräsentativ ist und die Genauigkeit beeinträchtigt wird.
- **Sonstige Chemikalien:** Detektorröhrchen sind primär dazu vorgesehen, Mineralöle und andere Chemikalien in Schmiermittelpollen zu erkennen, z. B. Additive wie Entschäumungsmittel, Kühlmittel usw. Diese kommen in Kompressorschmierstoffen häufig vor und können zu falschen Messwerten führen oder gar nicht erkannt werden.

## Wichtige Hinweise:

**Die Verwendung von chemischen Detektorröhrchen wird in der ISO 8573-5 beschrieben (Auszug siehe nachstehend):**

### 5 Prüfmethode

Die Auswahl der verfügbaren Prüfmethode hängt vom Konzentrationsbereich des Ölnebelgehalts in der Druckluft ab.

- Die Gaschromatographie ist für Ölnebel im Bereich von  $0,001 \text{ mg/m}^3$  bis  $10 \text{ mg/m}^3$  zu verwenden.
- Chemische Detektorröhrchen sind lediglich als vorläufige Methode, zu Testzwecken und als Erstuntersuchung zu verwenden. Danach ist die Gaschromatographie-Methode anzuwenden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass chemische Detektorröhrchen ein kostengünstiges Mittel zur schnellen Prüfung auf Vorhandensein von Öltröpfchen sind, jedoch nicht den von der ISO 8573-1 geforderten Messbereich bieten und sich daher nicht für Klassifizierungszwecke eignen, falsche Probennahmemethoden verwenden, durch Schmiermitteladditive beeinflusst werden, den Gesamtölgehalt nicht erkennen (Flüssigkeit/Aerosol/Nebel) und kein anerkanntes Prüfmittel nach der Normenreihe ISO 8573 sind. Sie sollten daher nur für indikative Prüfungen und nicht für die Klassifizierung nach ISO 8573-1 eingesetzt werden.

### Präzise Messung des Gesamtölgehalts

Die Spezifikation für Öl in der ISO 8573-1 bezieht sich auf den Gesamtölgehalt (flüssiges Öl, Ölaerosole und Ölnebel). Eine präzise Prüfung des Gesamtölgehalts erfordert die separate Messung von Ölaerosolen und Ölnebel anhand der ISO 8573-2 bzw. ISO 8573-5. Die Ergebnisse der beiden Prüfungen werden dann addiert, um den Gesamtwert für Öl zu ergeben.

Für eine präzise Öldetektion müssen Lösemittel-extraktionsmethoden verwendet werden (wie in der ISO 8573-2 und ISO 8573-5 angegeben) und Zugang zu einem Infrarot-Spektralphotometer und einem Gaschromatographen bestehen.

# Dienstleister/Experten und Berater

Zahlreiche Unternehmen/Einzelpersonen bieten „Produktprüfungs- oder Validierungsservices“ an. Wenn jedoch die falsche Methodik und/oder Prüfausrüstung verwendet wird, werden die Ergebnisse in der Regel (fälschlich) auf einen Ausfall der Komponenten für die Druckluftaufbereitung zurückgeführt.

Leider werden zurzeit keine Schulungen oder Zertifizierungsmaßnahmen angeboten, die es Anbietern ermöglichen, die Kompetenz für Prüfungen gemäß der Normenreihe ISO 8573 nachzuweisen. Daher ist bei der Auswahl eines Dienstleisters sehr sorgfältig vorzugehen.

Die folgenden Hinweise können bei der Auswahl eines geeigneten Dienstleisters hilfreich sein:

- Fragen Sie den potenziellen Dienstleister als Erstes, ob er die Luftreinheit nach den Klassifizierungen der ISO 8573-1 validiert oder lediglich eine indikative Prüfung anbietet.

## Wenn der Dienstleister angibt, die Luftreinheit nach der ISO 8573-1 zu validieren

- Bitten Sie ihn, *die* Exemplare der ISO 8573-Normen vorzulegen, die er verwenden wird – viele Anbieter, die Prüfungen durchführen und behaupten, dass diese gemäß den ISO 8573-Normen erfolgen, halten sich nicht an die Normen oder sind noch nicht einmal in deren Besitz.
- Bitten Sie den Dienstleister, Verfahrensbeschreibungen/Gerätelisten vorzulegen.
- Fragen Sie nach den Prüfverfahren, die der Dienstleister anwendet, und der Anzahl von Proben, und bitten Sie ihn zu erläutern, inwiefern sich dies auf eine bestimmte ISO 8573-Norm und einen bestimmten Abschnitt dieser Norm bezieht – stellen Sie sicher, dass der Anbieter in der Lage ist, Sie bezüglich der Anwendung der Normen verlässlich zu beraten.
- Vergewissern Sie sich, dass dem Dienstleister die Genauigkeit der verschiedenen verfügbaren Prüfmittel bekannt ist – bitten Sie ihn, zu erläutern, wo das zu verwendende Prüfmittel in einem ISO 8573-Normdokument genannt wird.
- Fragen Sie ihn, warum er sich für diese Art Prüfausrüstung entschieden hat, und stellen Sie sicher, dass das ausgewählte Prüfmittel dem in der Norm für die zu validierenden Klassifizierungen angegebene entspricht.
- Vergewissern Sie sich, dass der Anbieter die richtige Probennahmemethodik verwendet – fragen Sie ihn nach Probennahmepunkten und der Probennahmemethodik, lassen Sie sich die Ausrüstung zeigen, die er zu verwenden plant, und bitten Sie ihn anzugeben, wo sie in einem bestimmten Teil des ISO 8573-Normdokuments aufgeführt ist.

**Wenn die Antworten auf diese Fragen nicht zufriedenstellend sind, handelt es sich bei den angebotenen Prüfungen um indikative Prüfungen. Die Ergebnisse sollten nicht verwendet werden, um wesentliche Veränderungen von Verunreinigungsniveaus zu ermitteln.**

# Druckluftaufbereitungsprodukte mit validierter Leistung

Da die Kosten und Komplexität der Prüfung und Validierung der Druckluftreinheit gemäß ISO-Normen sehr hoch sind, kann Ihnen Parker eine kostengünstige Alternative anbieten.

Parker Druckluftfilter und Parker Drucklufttrockner sind ein komplettes Sortiment von Druckluftaufbereitungsprodukten mit unabhängig geprüfter Leistung und einer Garantie für Luftqualität.

Die Parker OIL-X Druckluftfilter und Parker Adsorptionstrockner wurden entwickelt, um eine Druckluftreinheit (Qualität) zu liefern, die die Anforderungen sämtlicher Klassifizierungen in allen Ausgaben der ISO 8573-1 erfüllt oder übertrifft.

Die Leistung unserer Filtrationslösungen und Trockner wurde von Lloyds Register ebenfalls unabhängig verifiziert.

Unabhängige Prüfung und Validierung von Parker Filtrationsprodukten und Parker Trocknern						
Aufbereitungskomponenten	Leistungsvalidierung nach ISO 8573-1	ISO 12500-4 ISO 8573-9	ISO 12500-1 ISO 8573-2	ISO 8573-3 ISO 7183	ISO 8573-4	ISO 8573-5
OIL-X Klasse WS Wasserabscheider	✓	✓				
OIL-X Klasse AO/AA Koaleszenzfilter	✓		✓		✓	
CDAS/OFAS/ATEX/FBP/MX/ MXLE Adsorptionstrockner	✓			✓		
OIL-X Klasse OVR Önebel-Abscheidefilter						✓
OIL-X Klasse AO/AA Trockenpartikelfilter	✓				✓	

# Parker Druckluftfiltrationsprodukte mit unabhängig validierter Leistung

## **OIL-X Klasse WS Wasserabscheider**

Die Leistung der Wasserabscheider wurde gemäß ISO 12500-4 und ISO 8573-9 geprüft.

## **OIL-X Klasse A0/AA Koaleszenzfilter**

Die Leistung der Koaleszenzfilter wurde gemäß ISO 12500-1, ISO 8573-2 und ISO 8573-4 geprüft.

## **OIL-X Klasse A0/AA Trockenpartikelfilter**

Die Leistung der Trockenpartikelfilter wurde gemäß ISO 8573-4 geprüft.

## **OIL-X Klasse OVR Ölnebel-Abscheidefilter**

Die Leistung der Ölnebel-Abscheidefilter wurde gemäß ISO 8573-5 geprüft.

Zusätzlich zur Leistungsvalidierung eignen sich die Konstruktionswerkstoffe der oben aufgeführten Produktreihen für den Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeproduktion. Zertifikate über die Konformität mit FDA Title 21 und die Ausnahme von der Verordnung EG 1935-2004 sind auf Anfrage erhältlich.



**OIL-X**  
Koaleszenz- und  
Trockenpartikelfilter



**OVR**  
Ölnebel-  
Abscheidefilter

# Parker Drucklufttrocknungsprodukte mit unabhängiger Leistungsverifizierung

## Adsorptionstrockner

Die Leistung der CDAS/OFAS/FBP/CDAS HL ATEX/MX/MXLE Trockner wurde gemäß ISO 7183 geprüft, der internationalen Norm für Prüfungen von Drucklufttrocknern.

Zusätzlich zur Leistungsvalidierung eignen sich die Konstruktionswerkstoffe der Trockner-Produktreihen FBP, MX und MXLE für den Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeproduktion. Zertifikate über die Konformität mit FDA Title 21 und die Ausnahme von der Verordnung EG 1935-2004 sind auf Anfrage erhältlich.

Die Modelle CDAS HL ATEX und MX ATEX eignen sich für den Einsatz in Ex-Umgebungen nach ATEX und sind für die ATEX-Gruppe II, Kategorie 2 GD zertifiziert.



**CDAS**  
Clean Dry Air System



**OFAS**  
Oil Free Air System



**CDAS HL ATEX**  
Clean Dry Air System



**FBP**  
Oil Free Air System



**MX**  
Adsorptionstrockner



**MXLE**  
Adsorptionstrockner mit niedrigem Energieverbrauch

# Zusammenfassung

Zur Klassifizierung oder Validierung der Luftreinheit (Qualität) gemäß der Norm ISO 8573-1 müssen die in Teil 2 bis 9 der ISO 8573-1 aufgeführten Prüfmetho- den und Prüfmittel verwendet werden. Andernfalls dienen die Ergebnisse nur zur Orientierung und können nicht für Klassifizierungs- oder Validierungszwecke ver- wendet werden.

## Die Validierung der Klassifizierung nach ISO 8573-1 für Aufbereitungskomponenten erfordert:

### Partikel (ISO 8573-4)

- Ausrüstung für isokinetische Probennahme oder Probennahme mit vollem Durchfluss (für sehr geringe Durchflusswerte)
- Partikelzählung mit optischem Partikelzähler (OPC), der präzise Messungen in den anwendbaren Bereichen durchführt (0,1 bis 0,5  $\mu\text{m}$ /0,5 bis 1  $\mu\text{m}$ /1 bis 5  $\mu\text{m}$ )

### Mikroorganismen (ISO 8573-7)

- Isokinetische Probennahmeausrüstung
- Messausrüstung für Durchfluss/Druck/ Temperatur/Taupunkt
- Slit-Sampler für die Verteilung von Luftproben über Agarplatten
- Agarplatten
- Inkubator zur Aufzucht von Lebendproben
- Laborbasierte Analyse von Agarplatten

### Taupunkt (ISO 8573-5)

- Probennahmeausrüstung mit vollem Durchfluss oder mit Teildurchfluss mit Bypass-Rohr
- Digitales Hygrometer

Beispiel eines optischen Partikelzählers (OPC)



Gekühltes Spiegelhygrometer



Slit-Sampler



### Gesamtölgehalt

Die Messung des Gesamtölgehalts gemäß den Gehalten in der ISO 8573-1:2010 Klasse 0 oder ISO 8573-1:2010 Klasse 1 erfordert zwei separate Prüfungen: Eine für Ölaerosol (ISO 8573-2) und eine für Ölnebel (ISO 8573-5). Die Ergebnisse werden dann für den Gesamtölgehalt addiert.

### Ölaerosol (ISO 8573-2)

- Ausrüstung für isokinetische Probennahme oder Probennahme mit vollem Durchfluss (für sehr geringe Durchflusswerte)
- Membranhalter und Membranen für die Erfassung von Ölaerosol
- Lösungsmittel für die Lösungsmittelextraktion von Öl von Membranen
- Laborbasierte Analyse mit einem Infrarot-Spektrophotometer

### Ölnebel (ISO 8573-5)

- Probennahmeausrüstung mit vollem Durchfluss (geregelt)
- Adsorptionsröhrchen für die Erfassung von Ölnebel mit Adsorptionsmittel
- Lösungsmittel für die Lösungsmittelextraktion von Öl aus Adsorptionsmitteln
- Laborbasierte Analyse mit einem Gaschromatographen

**Isokinetische Probennahmepunkte und Sonden. Diese müssen auf den Durchmesser der Rohrleitung am Probennahmepunkt abgestimmt sein, sodass eine bestimmte Anzahl benötigt wird**



**Isokinetische Probennahmeverrichtung einschließlich Membranhalter für Konformität mit Prüfungen nach ISO 8573-2**



**Beispiel eines ATD Thermodesorptionsröhrchens (wird für die untere Nachweisgrenze verwendet) ISO 8573-5**



**Analyse von Lösungsmittel zur Bestimmung des Ölaerosolgehalts mithilfe eines Fourier-Transformations-Infrarotspektrometers (FTIR)**



**Beispiel eines Gaschromatographen (GC) für die Analyse von Ölnebelproben, die in den Thermodesorptionsröhrchen gesammelt wurden**



# Zusammenfassung

Eine Vor-Ort-Prüfung nach ISO 8573 ist aufgrund der Komplexität des Prüfverfahrens und der Kosten für die Prüfmittel und weitere erforderliche Analysegeräte häufig nur schwer durchführbar (die Einrichtung von mehreren isokinetischen Probennahmepunkten im Kompressorraum und an jeder Verwendungsstelle kann ebenfalls sehr kostspielig sein).

Die Prüfung eines Druckluftsystems wird oft mithilfe einfacher Probennahmepunkte und/oder mit in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 nicht empfohlenen Prüfmitteln durchgeführt. Die Prüfung wird in diesem Fall als „indikative Prüfung“ bezeichnet.

## Beispiele für indikative Prüfungen:

- Nichtverwendung von isokinetischen Probennahmemethoden, wenn dies erforderlich ist
- Verwendung von Durchflussreglern/Druckreglern, die den Druck bzw. die Luftströmungsgeschwindigkeit/Temperatur/Verunreinigungskonzentration einer Probe verändern
- Prüfung des Gesamtölgehalts mithilfe eines PID-basierten digitalen Ölanalysators
- Prüfung des Gesamtölgehalts mithilfe von chemischen Detektorröhrchen
- Prüfung des Partikelgehalts mithilfe von Partikelzählern, die nicht in den erforderlichen Partikelbereichen zählen
- Prüfung des Partikelgehalts mithilfe von Partikelanalysegeräten, die nicht bis zur kleinsten von der Norm ISO 8573-1 verlangten Partikelgröße messen
- Messung des Wasserdampfgehalts mithilfe von chemischen Detektorröhrchen



## Wichtiger Hinweis:

- ***Die International Standards Organisation (ISO) bietet Herstellern keine Möglichkeit, die Konformität ihrer Produkte mit einer Norm zu zertifizieren und prüft, validiert und unterstützt grundsätzlich keine Prüfmittel.***

### Indikative Prüfung

Es ist zu betonen, dass indikative Prüfungen:

- Jegliche Prüfungen sind, die nicht in Übereinstimmung mit den in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 aufgeführten Probenahmemethoden durchgeführt werden (d. h. nicht typischerweise die isokinetische Probennahme verwenden)
- Jegliche Prüfungen sind, die nicht die in Teil 2 bis 9 der ISO 8573 aufgeführten Prüfmittel verwenden
- Es dem Prüfer/Nutzer nicht ermöglichen, die Konformität mit den Klassifizierungen für Luftreinheit der ISO 8573-1 nachzuweisen

ISO 8573-1:2010 KLASSE	Partikel			Massekonzentration mg/m <sup>3</sup>	Druckpunkt Dampf	Flüssigkeit mg/m <sup>3</sup>	Öl Gesamtölgehalt (Aerosol, flüssig und Nebel) mg/m <sup>3</sup>
	Maximale Partikelanzahl pro m <sup>3</sup>						
	0,1 bis 0,5 µm	0,5 bis 1 µm	1 bis 5 µm				
0	Gemäß Festlegung durch den Gerätenutzer, strengere Anforderungen akzeptieren						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	–	≤ -70 °C	–	0,01
2	≤ 400.000	≤ 100	≤ 100	–	≤ -40 °C	–	0,1
3	–	≤ 90.000	≤ 100	–	≤ -20 °C	–	1
4	–	–	≤ 10.000	–	≤ 0 °C	–	5
5	–	–	≤ 100.000	–	≤ +7 °C	–	–
6	–	–	–	≤ 5	≤ +10 °C	–	–
7	–	–	–	5–10	–	≤ 0,5	–
8	–	–	–	–	–	0,5–5	–
9	–	–	–	–	–	5–10	–
X	–	–	–	> 10	–	> 10	> 10

**NICHT ANWENDBAR**

- Nicht die erforderliche Genauigkeit bieten
- Ergebnisse liefern, die sich nicht für die Validierung der Produktleistung eignen
- Ergebnisse liefern, die sich nicht für die Validierung der Luftreinheit eignen
- Lediglich Ergebnisse liefern, die sich für Trendanalysen eignen (wesentliche Veränderungen bei den Prüfergebnissen von einer Prüfung zur anderen können auf ein Problem hinweisen, das eine weitere Untersuchung erfordert)

## Druckluftaufbereitungsprodukte mit validierter Leistung

Da die Kosten und Komplexität der Prüfung und Validierung der Druckluftreinheit gemäß ISO-Normen sehr hoch sind, kann Ihnen Parker eine kostengünstige Alternative anbieten.

Parker Domnick Hunter Druckluftfilter und Parker Zander Drucklufttrockner sind ein komplettes Sortiment von Druckluftaufbereitungsprodukten mit unabhängig geprüfter Leistung und einer Garantie für Luftqualität.

### Referenzen, Daten und Unterstützung:

Veröffentlichungen der International Standards Organisation (ISO): ISO 8573-1/ISO 8573-2/ISO 8573-3/ISO 8573-4/ISO 8573-5/ISO 8573-6/ISO 8573-7/ISO 8573-8/ISO 8573-9

British Compressed Air Society (BCAS)

Matthew Andrews (verantwortlich für Bilderstellung)

David McMillan, CEng FIMechE – Engineering Services & Approvals Manager (Mitglied der ISO TC118/SC4/WG1 – Spezifikation für Druckluftreinheit und Druckluftaufbereitungsprodukte – Arbeitsgruppen)

Stuart Graham, MIET, DiPCAM – Research Group Senior Engineer (verantwortlich für Prüfungen nach der ISO 8573-2 und ISO 8573-4)

Matthew Pearson, BEng (Hons), DiPCAM – Senior Engineer (verantwortlich für Prüfungen nach der ISO 8573-5)

Ben Birch, BSc (Hons), DipCAM – Research Scientist (verantwortlich für Prüfungen nach der ISO 8573-7)

# Parker weltweit

## Europa, Naher Osten, Afrika

**AE – Vereinigte Arabische  
Emirate, Dubai**  
Tel: +971 4 8127100  
parker.me@parker.com

**AT – Österreich, St. Florian**  
Tel: +43 (0)7224 66201  
parker.austria@parker.com

**AZ – Aserbaidtschan, Baku**  
Tel: +994 50 2233 458  
parker.azerbaijan@parker.com

**BE/NL/LU – Benelux,  
Hendrik Ido Ambacht**  
Tel: +31 (0)541 585 000  
parker.nl@parker.com

**BG – Bulgarien, Sofia**  
Tel: +359 2 980 1344  
parker.bulgaria@parker.com

**BY – Weißrussland, Minsk**  
Tel: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**CH – Schweiz, Etoy,**  
Tel: +41 (0)21 821 87 00  
parker.switzerland@parker.com

**CZ – Tschechische Republik,  
Klečany**  
Tel: +420 284 083 111  
parker.czechrepublic@parker.com

**DE – Deutschland, Kaarst**  
Tel: +49 (0)2131 4016 0  
parker.germany@parker.com

**DK – Dänemark, Ballerup**  
Tel: +45 43 56 04 00  
parker.denmark@parker.com

**ES – Spanien, Madrid**  
Tel: +34 902 330 001  
parker.spain@parker.com

**FI – Finnland, Vantaa**  
Tel: +358 (0)20 753 2500  
parker.finland@parker.com

**FR – Frankreich, Contamine s/Arve**  
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25  
parker.france@parker.com

**GR – Griechenland, Piraeus**  
Tel: +30 210 933 6450  
parker.greece@parker.com

**HU – Ungarn, Budaörs**  
Tel: +36 23 885 470  
parker.hungary@parker.com

**IE – Irland, Dublin**  
Tel: +353 (0)1 466 6370  
parker.ireland@parker.com

**IL – Israel**  
Tel: +39 02 45 19 21  
parker.israel@parker.com

**IT – Italien, Corsico (MI)**  
Tel: +39 02 45 19 21  
parker.italy@parker.com

**KZ – Kasachstan, Almaty**  
Tel: +7 7273 561 000  
parker.easteurope@parker.com

**NO – Norwegen, Asker**  
Tel: +47 66 75 34 00  
parker.norway@parker.com

**PL – Polen, Warschau**  
Tel: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**PT – Portugal**  
Tel: +351 22 999 7360  
parker.portugal@parker.com

**RO – Rumänien, Bukarest**  
Tel: +40 21 252 1382  
parker.romania@parker.com

**RU – Russland, Moskau**  
Tel: +7 495 645-2156  
parker.russia@parker.com

**SE – Schweden, Spånga**  
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00  
parker.sweden@parker.com

**SK – Slowakei, Banská Bystrica**  
Tel: +421 484 162 252  
parker.slovakia@parker.com

**SL – Slowenien, Novo Mesto**  
Tel: +386 7 337 6650  
parker.slovenia@parker.com

**TR – Türkei, Istanbul**  
Tel: +90 216 4997081  
parker.turkey@parker.com

**UA – Ukraine, Kiew**  
Tel: +48 (0)22 573 24 00  
parker.poland@parker.com

**UK – Großbritannien, Warwick**  
Tel: +44 (0)1926 317 878  
parker.uk@parker.com

**ZA – Republik Südafrika,  
Kempton Park**  
Tel: +27 (0)11 961 0700  
parker.southafrica@parker.com

## Nordamerika

**CA – Kanada, Milton, Ontario**  
Tel: +1 905 693 3000

**US – USA, Cleveland**  
Tel: +1 216 896 3000

## Asien-Pazifik

**AU – Australien, Castle Hill**  
Tel: +61 (0)2-9634 7777

**CN – China, Schanghai**  
Tel: +86 21 2899 5000

**HK – Hong Kong**  
Tel: +852 2428 8008

**IN – Indien, Mumbai**  
Tel: +91 22 6513 7081-85

**JP – Japan, Tokyo**  
Tel: +81 (0)3 6408 3901

**KR – Korea, Seoul**  
Tel: +82 2 559 0400

**MY – Malaysia, Shah Alam**  
Tel: +60 3 7849 0800

**NZ – Neuseeland, Mt Wellington**  
Tel: +64 9 574 1744

**SG – Singapur**  
Tel: +65 6887 6300

**TH – Thailand, Bangkok**  
Tel: +662 186 7000

**TW – Taiwan, Taipei**  
Tel: +886 2 2298 8987

## Südamerika

**AR – Argentinien, Buenos Aires**  
Tel: +54 3327 44 4129

**BR – Brasilien, Sao Jose dos Campos**  
Tel: +55 800 727 5374

**CL – Chile, Santiago**  
Tel: +56 2 623 1216

**MX – Mexico, Toluca**  
Tel: +52 72 2275 4200

Europäisches Produktinformationszentrum  
Kostenlose Rufnummer: 00 800 27 27 5374  
(von AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,  
IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE,  
SK, UK, ZA)



## Parker Hannifin GmbH

Pat-Parker-Platz 1  
41564 Kaarst  
Tel.: +49 (0)2131 4016 0  
Fax: +49 (0)2131 4016 9199  
parker.germany@parker.com  
www.parker.com/gsf