

DIN EN ISO 29462



ICS 13.040.20; 91.140.30

**Betriebserprobung von Filtereinrichtungen und -systemen für die
allgemeine Lüftung hinsichtlich ihrer Abscheideeffizienz im eingebauten
Zustand bezogen auf die Partikelgröße und den Druckverlust
(ISO 29462:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 29462:2013**

Field testing of general ventilation filtration devices and systems for in situ removal
efficiency by particle size and resistance to airflow (ISO 29462:2013);
German version EN ISO 29462:2013

Essais in situ de filtres et systèmes de ventilation générale pour la mesure de l'efficacité
en fonction de la taille des particules et de la perte de charge (ISO 29462:2013);
Version allemande EN ISO 29462:2013

Gesamtumfang 57 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN ISO 29462:2013.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-09-21 AA „SpA CEN/TC 195 und ISO/TC 142“ im Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Luftfilter sowie Forschungs- und Prüfinstitute waren an der Erarbeitung beteiligt.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen und Dokumente, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „fpm“, „ft“, „inch“ und „cfm“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheiten dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheiten anwenden.

Deutsche Fassung

**Betriebserprobung von Filtereinrichtungen und -systemen für die
allgemeine Lüftung hinsichtlich ihrer Abscheideeffizienz im
eingebautem Zustand bezogen auf die Partikelgröße und den
Druckverlust (ISO 29462:2013)**

Field testing of general ventilation filtration devices and
systems for in situ removal efficiency by particle size and
resistance to airflow (ISO 29462:2013)

Essais in situ de filtres et systèmes de ventilation générale
pour la mesure de l'efficacité en fonction de la taille des
particules et de la perte de charge (ISO 29462:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. März 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Abkürzungen	8
4 Prüfausrüstung und Prüfaufbau	8
4.1 Partikelzähler.....	8
4.2 Verdünnungseinrichtung	8
4.3 Pumpe	8
4.4 Probenahmesystem.....	9
4.5 Messgerät für die Luftgeschwindigkeit	11
4.6 Messgerät für die relative Luftfeuchte.....	11
4.7 Temperaturmessgerät	11
4.8 Messgerät für den Strömungswiderstand.....	12
4.9 Wartung und Kalibrierung der Prüfausrüstung	12
5 Bewertung des Standorts	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Inspektion der Filteranlage vor der Prüfung	13
5.3 Zulassung zur Prüfung.....	13
6 Durchführung der Prüfung	13
6.1 Luftgeschwindigkeit	13
6.2 Relative Luftfeuchte.....	14
6.3 Temperatur	14
6.4 Strömungswiderstand	14
6.5 Abscheidegrad	14
6.6 Probenahmesonden	19
7 Auswertung	20
7.1 Allgemeine Angaben	20
7.2 Datenerfassung.....	22
8 Fehler und Datenanalysen	23
8.1 Allgemeines	23
8.2 Relative Luftfeuchte.....	23
8.3 Lufttemperatur	23
8.4 Aerosolzusammensetzung	23
8.5 Gleichförmigkeit der Aerosolkonzentration.....	23
8.6 Koinzidenzfehler — Partikelzähler	23
8.7 Partikelverluste	24
9 Berechnung der Ergebnisse.....	24
9.1 Berechnung des Abscheidegrads.....	24
9.2 Berechnung der Unsicherheit	27
9.3 Variationskoeffizient, CV.....	27
10 Wahlweise erweitertes Prüfsystem.....	29
10.1 Anwendung der erweiterten Prüfung.....	29
10.2 Grundsatz des erweiterten Prüfsystems	29
10.3 Bestimmung der korrigierten Partikelgröße	30
10.4 Angabe der Ergebnisse.....	31

Anhang A (informativ) Formular für die Inspektion der Filteranlage vor der Prüfung.....	32
A.1 Luftbehandlungssystem	32
A.2 Vor Ort vorliegende Geräte.....	33
A.3 Filter/Rahmen.....	33
A.4 Versorgungseinrichtungen.....	33
A.5 Formular für die Inspektion der Filteranlage vor der Prüfung — Anmerkungen.....	34
Anhang B (informativ) Formular für die Zulassung zur Prüfung.....	35
Anhang C (informativ) Beispiel zur Vervollständigung der Prüfung	37
C.1 Allgemeines	37
C.2 Vorläufige Formulare	37
C.3 Qualifizierungsprüfung	41
C.4 Daten zum Filterwirkungsgrad	46
C.5 Probenahmebericht.....	48
Literaturhinweise	55

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 29462:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 29462:2013 wurde vom CEN als EN ISO 29462:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Der Zweck der vorliegenden Internationalen Norm besteht darin, ein Prüfverfahren für die Bewertung der Leistung von Filtervorrichtungen und -systemen für die allgemeine Raumlufttechnik im eingebauten Zustand bereitzustellen. Obwohl theoretisch jedes Filter mit einem Abscheidegrad von mindestens 99 % oder höchstens 30 % bei $0,4\ \mu\text{m}$ nach dieser Internationalen Norm geprüft werden könnte, ist es möglicherweise schwierig, für diese Art von Filtervorrichtungen statistisch annehmbare Ergebnisse zu erzielen.

Die Zuluft der raumlufttechnischen Anlagen enthält sowohl lebensfähige als auch nicht lebensfähige Partikel eines breiten Bereichs von Größen. Über die Zeit verursachen diese Partikel Probleme an Ventilatoren, Wärmeaustauschern und weiteren Systemteilen, wodurch deren Funktionsfähigkeit abnimmt und der Energieverbrauch sowie der Wartungsaufwand zunehmen. In Hinblick auf die Gesundheit sind die feinen Partikel ($< 2,5\ \mu\text{m}$) am nachteiligsten.

Partikel im Größenbereich von $0,3\ \mu\text{m}$ bis $5,0\ \mu\text{m}$ werden typischerweise mithilfe von Partikelzählern gemessen, die die Konzentration der Partikel in spezifischen Größenbereichen bestimmen können. Diese Geräte sind im Handel erhältlich und können unter Einsatz verschiedener Verfahrensweisen (z. B. Lichtstreuung, elektrische Mobilitätsanalyse oder aerodynamischer Widerstand) die Partikelgröße sowie auch die Konzentration bestimmen. Geräte auf der Grundlage der Lichtstreuung stellen derzeit die praktischsten und am häufigsten eingesetzten Geräte für diese Art der Messung dar und werden daher für die Zwecke dieser Internationalen Norm angewendet.

Partikel im Größenbereich von $1,0\ \mu\text{m}$ bis $5,0\ \mu\text{m}$ liegen in der Außen- und der Zuluft in geringen Zahlen (weniger als 1 % der Zählungen) vor und führen in Bezug auf die Probenahmesysteme zu höheren Verlusten. Ergebnisse im Bereich $> 1,0\ \mu\text{m}$ weisen daher eine geringere Genauigkeit auf, und die Ergebnisse sollten unter Berücksichtigung dieser Tatsache ausgewertet werden.

Unter Bedingungen von Messungen im eingebauten Zustand können die optischen Eigenschaften der dort vorliegenden Partikel von denen der Partikel abweichen, die bei der Kalibrierung des Partikelzählers und dessen Prüfung im Labor eingesetzt werden. Das kann dazu führen, dass der Partikelzähler eine unterschiedliche Größeneinteilung der Partikel vornimmt, die Gesamtzahl der Partikel jedoch korrekt bestimmt.

Durch Hinzufügen eines zusätzlichen Referenzfilters können die Auswirkungen variierender Messbedingungen verringert werden. Darüber hinaus können bei Anwendung dieses erweiterten Prüfverfahrens die Ergebnisse angewendet werden, um die gemessenen Wirkungsgrade in Bezug auf den Wirkungsgrad des Referenzfilters zu korrigieren, der unter Einsatz eines genormten Prüfaerosols im Labor gemessen wurde.

Die Ergebnisse des genormten bzw. des erweiterten Verfahrens liefern sowohl den Anwendern als auch den Herstellern ein breiteres Wissen zu den tatsächlichen Eigenschaften von Filtern und Filteranlagen.

Es muss beachtet werden, dass Vor-Ort-Messungen im Allgemeinen zu größeren Unsicherheiten bei den Ergebnissen führen als Labormessungen. Die Unsicherheit bei Vor-Ort-Messungen kann durch die zeitliche und räumliche Variabilität der Partikelkonzentrationen, durch die Konfigurationen der Luftbehandlungssysteme bedingte Einschränkungen in Bezug auf die Probenahmestellen und die eingesetzten Geräte verursacht sein. Diese Faktoren können im Vergleich zu Labormessungen zu einer geringeren Genauigkeit und Präzision bei den berechneten Fraktionsabscheidegraden führen. Diese Internationale Norm soll ein praktisches Verfahren bereitstellen, bei dem die Genauigkeit und Präzision des Ergebnisses auf ein Höchstmaß heraufgesetzt werden (und die Präzision des Ergebnisses quantitativ bestimmt wird), indem angemessene Probenahmestellen, Probenahmemengen und Geräte empfohlen werden. Diese Internationale Norm ist nicht als Verfahren zur Leistungsbemessung der Filter vorgesehen. Die mit dem in der vorliegenden Norm beschriebenen Verfahren erhaltenen Ergebnisse stellen keinen Ersatz für die bei Laborprüfungen erhaltenen Ergebnisse dar.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt ein Verfahren zur Messung der Leistung von Vorrichtungen für die allgemeine Luftreinigung in deren endgültigem Einbauzustand. Die Leistungsmessungen umfassen den Abscheidegrad bezogen auf die Partikelgröße und den Strömungswiderstand. Die Prüfverfahren umfassen die Definition und die Angabe des Systemluftstroms.

Es wird eine Verfahrensweise beschrieben, bei der Partikel der Umgebungsluft mit einer Größe zwischen 0,3 µm und 5,0 µm auf der An- und der Abströmseite der an ihrem Ort befindlichen Luftreiniger in einem ordnungsgemäß arbeitenden Luftbehandlungssystem gezählt werden. Beschrieben wird das Verfahren zur Verringerung der durch den Zähler ermittelten Partikel zum Zwecke der Berechnung des Abscheidegrads bezogen auf die Partikelgröße.

Da Filteranlagen sich hinsichtlich Auslegung und Form beträchtlich voneinander unterscheiden, ist ein Protokoll zur Bewertung der Eignung eines Standorts für die Bewertung des Filters und die Systembewertung enthalten. Sofern die bewerteten Standortbedingungen den für die Systembewertung festgelegten Mindestkriterien entsprechen, kann die Leistungsbewertung des Systems ebenfalls nach diesem Verfahren vorgenommen werden.

Diese Internationale Prüfnorm beschreibt auch die Leistungsspezifikationen für die Prüfausrüstung und definiert Verfahren für die Berechnung und Angabe der Ergebnisse. Diese Norm ist nicht dafür vorgesehen, die Leistung tragbarer oder ortsveränderlicher Raumlufreiniger zu messen oder Filteranlagen mit einem bei einer 0,4 µm zu erwartenden Abscheidegrad von mindestens 99 % oder höchstens 30 % zu bewerten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7726, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*

ISO 14644-3, *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3: Test methods*

ISO 21501-4, *Determination of particle size distribution — Single particle light interaction methods — Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Luftfilter-Bypass

ungefilterte Luft, die die AHU-Filteranlage durchströmt hat, jedoch nicht gefiltert wurde, da sie an den eingebauten Luftfiltern vorbeigeströmt ist

3.1.2

Luftgeschwindigkeit

Geschwindigkeit der Luftbewegung am Filter

Anmerkung 1 zum Begriff: Angabe in m/s (fpm) auf drei signifikante Stellen.

3.1.3

zulässige messbare Konzentration am Partikelzähler

fünfundzwanzig Prozent der durch den Hersteller des Partikelzählers angegebenen höchsten messbaren Konzentration

3.1.4

Variationskoeffizient

CV

Standardabweichung einer Gruppe von Messungen, geteilt durch den Mittelwert

3.1.5

Verdünnungseinrichtung

Verdünnungssystem

System zur Verringerung der Konzentration in der Probe, das dazu dient, Koinzidenzfehler im Partikelzähler zu vermeiden

3.1.6

Filterwirkungsgrad

Abscheidegrad eines Filters, der nach dieser Internationalen Norm bestimmt wird, indem dicht am geprüften Filter auf jeweils der An- und der Abströmseite Messungen der Partikelzahl vorgenommen werden

3.1.7

Filteranlage

Filtervorrichtungen und -systeme wie z. B. ein Einzelfilter oder eine Gruppe von Filtern, die so zusammengesetzt sind, dass sie einen gemeinsamen Luftein- und auslass aufweisen

3.1.8

allgemeine Raumluftechnik

Prozess des Bewegens von Luft von außerhalb des Raumes in einen Raum hinein, das Re-Zirkulieren oder eine Kombination dieser, in oder durch einen Raum oder Abführen aus dem Raum

3.1.9

isoaxiale Probenahme

isoaxiale Entnahme

Probenahme, bei der sich die Strömung am Einlass der Probenahmeverrichtung in dieselbe Richtung bewegt wie die beprobte Strömung

3.1.10

isokinetische Probenahme

isokinetische Entnahme

Technik der Probenahme von Luft in der Art, dass sich die Strömung am Einlass der Probenahmeverrichtung in dieselbe Richtung und mit derselben Geschwindigkeit bewegt wie die beprobte Strömung

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.144]

3.1.11

Partikelzähler

Gerät zur Bestimmung und Zählung der Anzahl luftgetragener und in der Probe enthaltenen Partikel

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.27]

3.1.12

Partikelgrößenbereich

ein definierter Kanal des Partikelzählers

3.1.13

Referenzfilter

kleines Filter für trockene Filtermedien, das im Laboratorium auf seinen Abscheidegrad bezogen auf die Partikelgröße geprüft wurde

3.1.14

Abscheidegrad bezogen auf die Partikelgröße

Verhältnis der Anzahl der vom Filter zurückgehaltenen Partikel zur Anzahl der anströmseitig des Filters gemessenen Partikel bezogen auf einen spezifizierten Partikelgrößenbereich

3.1.15

Strömungswiderstand

durch das Filter und dessen Beladung verursachter Verlust an statischem Druck, welcher gemessen wird, wenn das Filter bei der gemessenen Luftgeschwindigkeit arbeitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Angegeben in Pa (Inches WG) auf zwei signifikante Stellen.

3.1.16

Systemwirkungsgrad

Abscheidegrad eines Filtersystems, bei dem die an- und die abströmseitig erfolgenden Zählungen der Partikel über mehrere Filteranströmflächen oder sonstige Systemkomponenten erfolgen können

3.2 Abkürzungen

AHU	Luftbehandlungssystem
CV	Variationskoeffizient
HEPA	Hochleistungs-Schwebstofffilter/HEPA-Filter (entsprechend ISO 29463-1)
HVAC	raumluftechnische Anlage
MERV	Angabewert des Mindestwirkungsgrads
OPC	optischer Partikelzähler
RH	relative Luftfeuchte
ULPA	ULPA-Hochleistungs-Schwebstofffilter/ULPA-Filter
VAV	variables Luftvolumen
VFD	Frequenzumrichter

4 Prüfausrüstung und Prüfaufbau

4.1 Partikelzähler

Der Partikelzähler sollte in der Lage sein, Partikel im Größenbereich 0,3 µm bis 5,0 µm für mindestens vier Bereiche zu messen, wobei mindestens zwei Bereiche unterhalb 1,0 µm liegen (beispielsweise 0,3 µm bis 0,5 µm, 0,5 µm bis 1,0 µm, 1,0 µm bis 2,0 µm und 2,0 µm bis 5,0 µm). Für die Wartung und Kalibrierung des Partikelzählers siehe 4.9.

4.2 Verdünnungseinrichtung

Es darf ein Verdünnungssystem angewendet werden, das in der Lage ist, die Aerosolkonzentration so zu verdünnen, dass die Partikelkonzentration innerhalb der zulässigen Grenzen der Konzentration liegt. Hierbei ist ein geeignetes Verdünnungsverhältnis zu wählen, sodass die gemessene Partikelkonzentration vollständig innerhalb der zulässigen messbaren Konzentrationsgrenzen des Partikelzählers liegt, um zuverlässige statistische Daten zu erhalten (siehe 9.1.2). Wird ein Verdünnungssystem eingesetzt, muss es sowohl für die an- als auch die abströmseitige Probenahme genutzt werden. Das Verdünnungssystem darf den Luftstrom zum Partikelzähler nicht verändern.

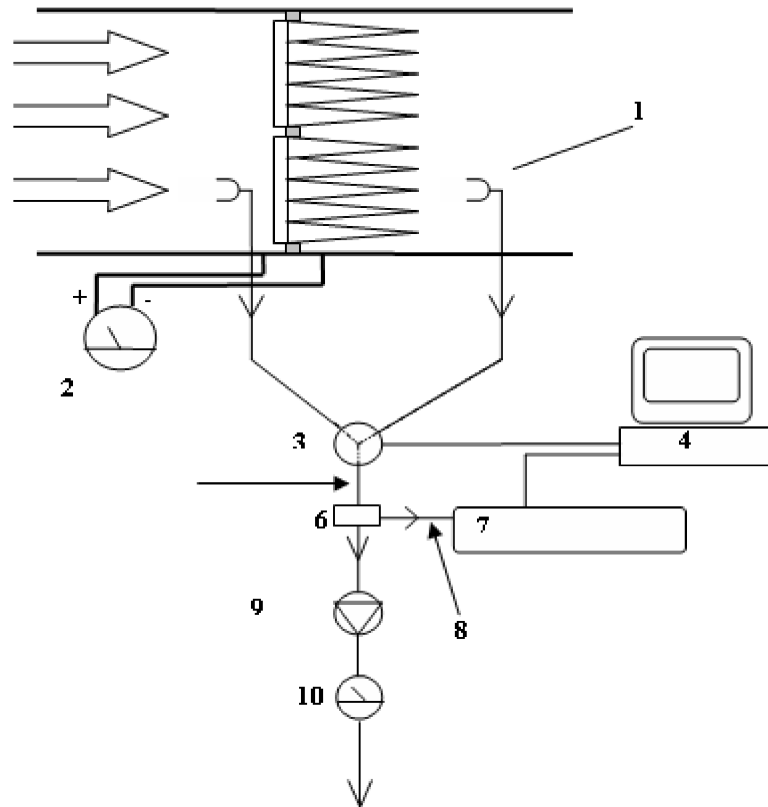
4.3 Pumpe

Eine Pumpe darf angewendet werden, um die Geschwindigkeit des Probenstroms (q_s) durch die Probenahmesonden zu regeln. Eine Pumpe ist nicht erforderlich, wenn der Zählerstrom (q_{pc}) zum Zähler oder zur Verdünnungseinrichtung für die isokinetische Probenahme ausreichend ist. In diesem Fall sind Probenstrom (q_s) und Zählerstrom (q_{pc}) gleich.

4.4 Probenahmesystem

4.4.1 Allgemeines

Bild 1 zeigt die Elemente eines typischen Probenahmesystems.



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | Probenahme auf der Abströmseite | 6 | Verdünnungseinrichtung |
| 2 | Druckmessgerät | 7 | Partikelzähler |
| 3 | Ventil | 8 | q_{pc} — Strom zum Partikelzähler |
| 4 | Rechner | 9 | Pumpe |
| 5 | q_s — Primärstrom | 10 | Strömungsmessgerät |

Bild 1 — Probenahmesystem

4.4.2 Probenahmesonden

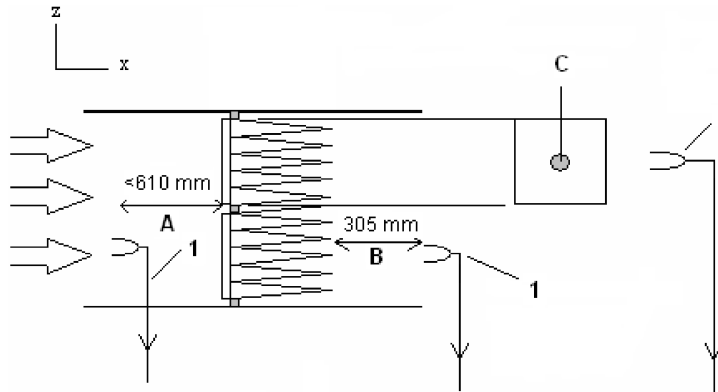
Die Probenahmesonde sollte aus einem scharfkantigen Stutzen bestehen, der mit der Probenahmeleitung verbunden ist, die zur Hilfspumpe oder zum Partikelzähler führt. Der Durchmesser des Stutzens hängt vom Probenstrom (q_s) ab, der erforderlich ist, um die isokinetische Probenahme zu ermöglichen. Der Durchmesser sollte nicht unterhalb von 8 mm liegen.

4.4.3 Probenahmeleitungen

Die an- und die abströmseitigen Probenahmeleitungen sollten gleich lang und so kurz wie möglich sein, um Verluste zu vermeiden. Der Werkstoff sollte vorzugsweise von einer Art sein, bei der bei Filteranlagen ein geringstmöglicher Partikelverlust auftritt. Zur Berechnung der Leitungsverluste ist entsprechende Software verfügbar [2].

4.4.4 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen sollten nahe am Filter liegen, wie in Bild 2 dargestellt. Sofern der Systemwirkungsgrad geprüft werden soll, sollten die Probenahmestellen weiter entfernt liegen, um eine gute Durchmischung des Luftstroms durch Filter, Rahmen, Türen usw. zu erreichen. Eine Messung des Systemwirkungsgrads ist schwieriger, daher ist es empfehlenswert, die Messung sorgfältig zu planen und die Durchführung ausführlich zu beschreiben.



Legende

- A Mindestabstand zwischen Probenahmesonde und Filter
- B Abstand zwischen dem Ende des Filters und der Probenahmesonde
- C Lage der Probenahmepunkte in der y - z -Ebene für Prüfungen des Filterwirkungsgrads
- 1 Lage der abströmseitigen Probenahmesonde für Prüfungen des Filtersystemwirkungsgrads

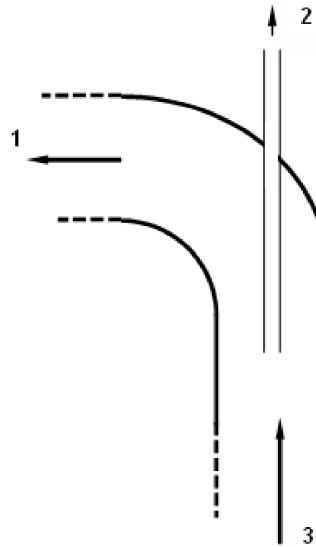
Bild 2 — Probenahmestellen

4.4.5 Ventil (manuell oder automatisch)

Um zwischen den an- und den abströmseitigen Probenahmestellen hin- und herzuschalten, darf ein Ventil eingesetzt werden. Das Ventil sollte so konstruiert sein, dass die Partikelverluste bei den Messungen auf der An- und der Abströmseite jeweils gleich sind. Die Ventilkonstruktion darf keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad haben (eingesetzt werden dürfen beispielsweise Vierwege-Kugelhähne mit ausreichendem Durchmesser).

4.4.6 Stutzen für die isoaxiale Probenahme

Wird eine Pumpe (siehe 4.3) eingesetzt, um eine isokinetische Probenahme zu ermöglichen, sollte die Probenahmeleitung mit einem Stutzen für die isoaxiale Probenahme ausgestattet sein, der direkt mit dem Partikelzähler oder der Verdünnungseinrichtung verbunden ist, wie in Bild 3 dargestellt.



Legende

- 1 Pumpenstrom
- 2 q_{pc} — Strom zum Partikelzähler
- 3 q_s — Probenstrom

Bild 3 — Probenahmeleitung zum Partikelzähler für die isoaxiale Probenahme

4.4.7 Strömungsmessgerät

Ein Strömungsmessgerät ist erforderlich, wenn eine Pumpe zum Probenahmesystem gehört. Das Strömungsmessgerät sollte mit dem Pumpenein- oder -auslass in Reihe angeordnet sein.

4.5 Messgerät für die Luftgeschwindigkeit

Das für die Messung der Luftgeschwindigkeit eingesetzte Gerät sollte ausreichende Betriebsgrenzen aufweisen um sicherzustellen, dass der Systemluftstrom innerhalb der Grenzen des Geräts liegt. Das Gerät sollte entsprechend ISO 7726 ausgewählt werden. Empfohlen wird ein Gerät, das Datenwerte aufzeichnet und diese Werte mittelt. Idealerweise sollte das Gerät in der Lage sein, die Messungen auf genormte Normalhöhennull-Bedingungen zu korrigieren.

4.6 Messgerät für die relative Luftfeuchte

Das für die Messung der relativen Luftfeuchte eingesetzte Gerät sollte ausreichende Betriebsgrenzen aufweisen um sicherzustellen, dass die relative Luftfeuchte im System innerhalb der Grenzen des Geräts liegt. Das Gerät sollte entsprechend ISO 7726 ausgewählt werden. Empfohlen wird ein Gerät, das Datenwerte aufzeichnet und diese Werte über die Zeit mittelt.

4.7 Temperaturmessgerät

Das für die Messung der Temperatur eingesetzte Gerät sollte ausreichende Betriebsgrenzen aufweisen um sicherzustellen, dass die Temperatur im System innerhalb der Grenzen des Geräts liegt. Das Gerät sollte entsprechend ISO 7726 ausgewählt werden. Empfohlen wird ein Gerät, das Datenwerte aufzeichnet und diese Werte über die Zeit mittelt.

4.8 Messgerät für den Strömungswiderstand

Das für die Messung des Widerstands der Filteranströmfläche eingesetzte Gerät sollte ausreichende Betriebsgrenzen aufweisen um sicherzustellen, dass der Widerstand der Filteranströmfläche innerhalb der Grenzen des Geräts liegt. Das Gerät sollte entsprechend ISO 14644-3 ausgewählt werden. Empfohlen wird ein Gerät, das Datenwerte aufzeichnet und diese Werte über die Zeit mittelt.

4.9 Wartung und Kalibrierung der Prüfausrüstung

Die Wartungsaspekte und -zeitpläne sollten Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 — Zeitpläne für die Wartung der Prüfausrüstung

Wartungsaspekte	Bei jeder Prüfung	Jährlich	Nach einer Änderung, durch die die Leistung verändert werden kann	Kommentar
Prüfung der Nullzählrate des Partikelzählers	X			
Prüfung der Nullzählrate des Probenahmesystems	X			
Strömungswiderstand	X			
Luftgeschwindigkeit	X			
Temperatur und relative Luftfeuchte im Probenluftstrom und am Partikelzähler	X			
Prüfung der anströmseitigen Konzentration	X			
Prüfung des Referenzfilters (Feldversuch)	wahlfrei			
Prüfung des Referenzfilters (Laboratorium)		X	X	
Primärkalibrierung des Partikelzählers		X	X	
Kalibrierung der Geräte zur Messung von Temperatur, relativer Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Strömungswiderstand		X *	X	* oder wie durch den Hersteller der Geräte gefordert
Überprüfung des Verhältnisses des Verdünnungssystems		X	X	
Überprüfung der Probenahme-sonden auf Schäden	X			

5 Bewertung des Standorts

5.1 Allgemeines

In diesem Teilabschnitt der Norm werden die empfohlenen Mindestanforderungen an den Standort für die Durchführung einer Prüfung des Abscheidegrads angegeben.

5.2 Inspektion der Filteranlage vor der Prüfung

Die Vorinspektion der Filter und Luftbehandlungssysteme ist erforderlich um zu bestimmen, ob eine Filteranlage für die Bewertung nach dieser Internationalen Norm geeignet ist. Sie wird auch eingesetzt um einzuschätzen, ob potentielle Gefährdungsbedingungen vorliegen, die den Zugang zum Luftbehandlungssystem ausschließen oder einschränken würden.

Die einer Inspektion zu unterziehenden Aspekte umfassen (ohne darauf beschränkt zu sein) die in Anhang A angegebenen Aspekte.

5.3 Zulassung zur Prüfung

Sobald die Inspektion vor der Prüfung abgeschlossen ist und die Eignung der Filteranlage für die Prüfung bestimmt wurde, sollte das „Formular für die Zulassung zur Prüfung“ ausgefüllt und durch Vertreter des Gebäudeeigentümers oder -verwalters sowie des die Prüfung durchführenden Unternehmens unterzeichnet werden. Ein geeignetes Formular ist in Anhang B angegeben.

6 Durchführung der Prüfung

6.1 Luftgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der durch die Filteranlage strömenden Luft sollte über die Dauer der Prüfung konstant gehalten werden. Dies ist möglich, wenn die Ventilator Drehzahl mithilfe eines Frequenzumrichters (VFD) oder durch Volumenstromregler (VAV) regelbar ist und keine weiteren Regelklappen für die Einstellung zulässig sind. Darüber hinaus sollte der prozentuale Anteil der Außenluft an der Zuluft ebenfalls konstant gehalten werden, um Schwankungen in der Partikelzahl zu verringern, die die Prüfergebnisse beeinflussen würden.

Die Filteranströmgeschwindigkeit der Luft sollte unter Anwendung des unter 4.5 angegebenen Geräts gemessen werden. Messungen der Luftgeschwindigkeit dürfen entweder auf der An- oder der Abströmseite der Filter vorgenommen werden, empfohlen wird jedoch die Messung auf der Abströmseite. Da die Luftgeschwindigkeit über die Fläche einer Filteranlage signifikant schwanken kann, sollten die Probenahmepunkte so gewählt werden, dass die Messungen an mindestens 25 % der Filter erfolgen und gleichmäßig über die Fläche der Filteranlage verteilt sind. Der Messbereich des Messgeräts sollte so erweitert werden, dass durch das Personal und sonstige Hindernisse verursachte Turbulenzen keinen Einfluss haben. Der Variationskoeffizient (CV) für die Geschwindigkeit (siehe 9.3) sollte geringer als 25 % sein.

Messungen der Luftgeschwindigkeit sollten zeitlich so dicht wie möglich an den Prüfungen des Strömungswiderstands und des Abscheidegrads durchgeführt werden um sicherzustellen, dass die Luftgeschwindigkeit des Systems sich zwischen den Geschwindigkeitsmessungen und den Prüfungen des Strömungswiderstands und des Abscheidegrads nicht signifikant ändert. Vorzugsweise sollten die Messungen der Luftgeschwindigkeit vor und nach den Prüfungen des Strömungswiderstands und des Abscheidegrads durchgeführt und die Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessungen gemittelt werden.

BEISPIEL

1. Prüfung: Geschwindigkeitsmessung [mittlere Geschwindigkeit = 2,0 m/s (394 ft/min)]
 2. Prüfung: Messungen des Strömungswiderstands
 3. Prüfung: Prüfung des Abscheidegrads
 4. Prüfung: Geschwindigkeitsmessungen [mittlere Geschwindigkeit = 2,2 m/s (433 ft/min)]
- In diesem Beispiel wäre die angegebene mittlere Geschwindigkeit 2,1 m/s (414 ft/min).

Häufigere Geschwindigkeitsmessungen dürfen bei Systemen vorgenommen werden, bei denen die Geschwindigkeit über die Zeit stark schwankt.

6.2 Relative Luftfeuchte

Für diese Messungen sollten die Geräte nach 4.6 eingesetzt werden. Für die relative Luftfeuchte (RH) der durch die Filteranlage strömenden Luft wird empfohlen, dass sie über die Dauer der Prüfung innerhalb des Betriebsbereichs des eingesetzten Partikelzählers und/oder Messgeräts für die RH liegt. Wird der Systemwirkungsgrad bestimmt, sollte die RH an den Positionen der Sonden auf der An- und der Abströmseite gemessen und aufgezeichnet werden. Bei der Messung des Filterwirkungsgrads sollte die RH an einer der Positionen der Sonden auf der An- oder Abströmseite gemessen und aufgezeichnet werden. Darüber hinaus sollte die RH an der Position des Partikelzählers aufgezeichnet werden. Anstelle der Messungen der RH dürfen Messungen der Feuchtkugelmperatur durchgeführt werden.

6.3 Temperatur

Für diese Messungen sollten die Geräte nach 4.7 eingesetzt werden. Die Temperatur der durch die Filteranlage strömenden Luft sollte innerhalb des Betriebsbereichs des Partikelzählers liegen. Wird der Systemwirkungsgrad bestimmt, sollte die Temperatur (d. h. die Trockenkugelmperatur) an den Positionen der Sonden auf der An- und der Abströmseite gemessen und aufgezeichnet werden. Bei der Messung des Filterwirkungsgrads sollte die Temperatur an einer der Positionen der Sonden auf der An- oder Abströmseite gemessen und aufgezeichnet werden. Darüber hinaus sollte die Temperatur an der Position des Partikelzählers aufgezeichnet werden. Vorsichtig sollte vorgegangen werden, wenn extreme und/oder außerhalb des normalen Betriebsbereichs der Geräte liegende Temperaturen gegeben sind. Partikelzahlen sollten nicht bestimmt werden, wenn die Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts liegen. Siehe Abschnitt 8.

6.4 Strömungswiderstand

Der Strömungswiderstand über die Filteranlage sollte mit den Geräten nach 4.8 gemessen werden. Sofern bereits Druckmessgeräte eingebaut sind, dürfen die Messgeräte für den Strömungswiderstand so angeschlossen werden, dass die eingebauten Druckmessstutzen genutzt werden. Sollen bestehende Druckmessstutzen genutzt werden, muss sichergestellt werden, dass diese ordnungsgemäß eingebaut sind, sodass nur der statische Druck und keine Komponenten des Geschwindigkeitsdrucks abgelesen werden. Für die Ablesung des statischen Drucks sollte die Öffnung im Messstutzen senkrecht zur Strömung ausgerichtet sein, und es dürfen keine Hindernisse vor dem Messstutzen gegeben sein, die einen Wirbel verursachen würden. Erfolgt eine erzwungene Luftzufuhr am Messstutzen, wird anstelle des statischen Drucks der Geschwindigkeitsdruck abgelesen. Vorhandene Messstutzen dürfen nicht genutzt werden, sofern sie gebogen, gebrochen, verstopft, nicht funktionsbereit oder nicht ordnungsgemäß eingebaut erscheinen, damit nur genaue Ablesewerte des Strömungswiderstands der Filter erhalten werden. Kann an den bestehenden Messstutzen vor der Prüfung kein annehmbarer Funktionsgrad wiederhergestellt werden, sollten sie nicht genutzt werden.

Idealerweise wird der Strömungswiderstand für jede Filteranströmfläche separat aufgezeichnet. In einigen Fällen sind die aufgezeichneten Widerstandswerte jedoch eine Kombination mehrerer in Reihe angeordneter Filter, da es physikalisch unmöglich ist, separate Werte des Strömungswiderstands zu messen.

Es stellt eine gute Praxis dar, über mindestens zwei vollständige Minuten mindestens 25 Werte des Strömungswiderstands zu messen und diese Werte anschließend zu mitteln, um den Strömungswiderstand zu bestimmen. Für diese Daten sollte der CV berechnet und aufgezeichnet werden.

6.5 Abscheidegrad

6.5.1 Prüfungen des Abscheidegrads

In diesem Dokument werden drei Arten von Prüfungen beschrieben.

Filterwirkungsgrad

Der Zweck dieser Prüfung besteht darin, den Wirkungsgrad der Filter bei der Entfernung luftgetragener Partikel zu bestimmen. Die abströmseitigen Probenahmestellen sollten so gewählt werden, dass repräsentative Proben der durch die Filter strömenden Luft erhalten werden.

Systemwirkungsgrad

Der Zweck dieser Prüfung besteht darin, den Wirkungsgrad des Filtersystems bei der Entfernung luftgetragener Partikel zu bestimmen. Das Filtersystem umfasst die Filter und deren Aufnahmerahmen. Die abströmseitigen Probenahmestellen und/oder die Verfahren sollten so gewählt werden, dass repräsentative Proben des gesamten durch das Filtersystem hindurchgehenden Luftstroms erhalten werden. Dies umfasst die durch die Filter hindurch- und die um diese herumströmende Luft (d. h. Luftfilter-Bypass).

Weitere „System“-Prüfungen

Diese Internationale Prüfnorm darf auch angewendet werden, um die Konzentration an luftgetragenen Partikeln in verschiedenen Abschnitten eines Luftbehandlungssystems miteinander zu vergleichen.

ANMERKUNG In dieser Internationalen Norm werden die Ergebnisse von Prüfungen an „weiteren Systemen“ nicht als „Wirkungsgrade“ bezeichnet, da der Begriff „Wirkungsgrad“ impliziert, dass nur Prozesse der Partikelentfernung (und nicht solche des Hinzufügens von Partikeln) beteiligt sind. Da die Definition eines „Systems“ aufgrund der Einbeziehung weiterer Bauteile der raumlufttechnischen Anlage zwischen den an- und den abströmseitigen Positionen umfassender wird, können die abströmseitigen Partikelkonzentrationen durch signifikante Partikelquellen (z. B. durch Undichtheiten im Gehäuse des Luftbehandlungssystems) beeinflusst werden.

Als Beispiel kann folgendes Lüftungsgerät betrachtet werden:

1. Bauteil: Vorfilteranlage
2. Bauteil: Kühlregister
3. Bauteil: Zuluftventilator
4. Bauteil: endgültige Filteranlage

In diesem Beispiel dürfen die Proben auf der Anströmseite der Vorfilteranlage und auf der Abströmseite der endgültigen Filteranlage entnommen werden, um die Differenz zwischen den Konzentrationen an luftgetragenen Partikeln über die vier Bauteile des Luftbehandlungssystems als Gruppe zu bestimmen. In diesem Fall besteht das „System“ aus allen Bauteilen zwischen den an- und den abströmseitigen Probenahmestellen.

6.5.2 Probenahmeverfahren

6.5.2.1 Partikelzähler

Partikelkonzentrationen sollten unter Anwendung des Partikelzählers nach 4.1 gemessen werden. Für die an- und die abströmseitigen Zählungen muss derselbe Partikelzähler eingesetzt werden, da eine Übereinstimmung der Zähler nicht sichergestellt werden kann, sofern sich die bei den Feldversuchen vorliegenden Partikel von den im Laboratorium zur Kalibrierung verwendeten unterscheiden.

6.5.2.2 Probenvolumen

Die Proben für alle Prüfungen (einschließlich der Prüfung der Nullzählrate) müssen über den Zeitraum entnommen werden, der erforderlich ist, um 1,0 l (0,035 ft³) Luft zu beproben oder über 20 Sekunden, je nachdem, welcher Zeitraum länger ist. Für das empfohlene Probenvolumen wird erwartet, dass es ausreichend Partikelzählungen ermöglicht, um statistisch annehmbare Ergebnisse entsprechend Abschnitt 9 zu erhalten. Um einen Wert des Abscheidegrads zu berechnen, sollte die mittlere Konzentration auf der Anströmseite für eine einzelne Partikelgröße mindestens 37 Zählungen/l (1 048 Zählungen/ft³) betragen.

Bei einigen Systemen ergibt das erforderliche Mindest-Probenvolumen möglicherweise nicht für alle Partikelgrößen statistisch annehmbare Zahlen. In diesem Fall kann eine längere Probenahmezeit angesetzt werden, um die statistische Gültigkeit der Messung zu verbessern. Möglicherweise können nicht für alle Bereiche der Partikelgröße statistisch annehmbare Ergebnisse erzielt werden.

Sobald die Partikelzählung zum Zwecke der Bestimmung des Wirkungsgrads begonnen hat, dürfen Probenvolumen und Probenahmezeit nicht mehr geändert werden. Ist eine Änderung von Probenvolumen oder Probenahmezeit erforderlich, um die statistische Gültigkeit zu verbessern, muss die Prüfung erneut begonnen werden, damit alle Proben mit demselben Probenvolumen und derselben Probenahmezeit gemessen werden.

6.5.2.3 Spülen der Probenahmeleitungen

Das Spülen sollte jeweils einmal zu Beginn jedes an- und jedes abströmseitigen Datensatzes durchgeführt werden. Die Spüldauer muss mindestens dem fünffachen der berechneten Zeit entsprechen, die ein Partikel benötigt, um sich von der Probenahmesonde zum Partikelzähler zu bewegen.

6.5.2.4 Prüfung der Nullzählrate des Partikelzählers

Vor der Prüfung des Wirkungsgrads sollte die Nullzählrate des Partikelzählers überprüft werden, indem ein HEPA-Filter direkt an den Partikelzähler angeschlossen und für eine Dauer von mindestens 1 Minute gemessen wird. Die Summe der Konzentrationen der Partikel in allen Größenbereichen muss unter 10 Zählungen/l (280 Zählungen/ft³) liegen.

6.5.2.5 Konzentrationsgrenze

Nach der erfolgreichen Durchführung der Prüfung der Nullzählrate des Partikelzählers sollte verifiziert werden, ob die an- und die abströmseitigen Aerosolkonzentrationen innerhalb des Betriebsbereichs des Messgeräts (Partikelzähler, Verdünnungseinrichtung) liegen und ausreichend hoch sind, um eine annehmbare statistische Genauigkeit der Ergebnisse zu erzielen (wie in Abschnitt 9 bestimmt). Die Probenahme in Bezug auf die Konzentration kann nach 6.5.2.9 erfolgen. Bei Konzentrationen oberhalb der durch den Partikelzähler höchstens messbaren Konzentration entsprechend der Definition unter 3.1.3 dürfen keine unverdünnten Proben entnommen werden. Die Verdünnungseinrichtung nach 4.2 sollte für die Prüfung angewendet werden, wenn die Partikelzahlen auf der Anströmseite oberhalb dieses Niveaus liegen. Die tatsächliche Konzentration wird dann aus der gemessenen Konzentration und dem Verdünnungsverhältnis berechnet.

Zusätzlich zur höchsten Konzentrationsgrenze sollte jeder Partikelgrößenkanal eine mittlere Mindestkonzentration aufweisen, wie in 9.1.2 beschrieben.

6.5.2.6 Prüfung der Nullzählrate des Systems

Im Anschluss an die Verifizierung der Konzentrationsgrenze sollte die Nullzählrate des Systems überprüft werden, indem ein HEPA-Filter an der abströmseitigen Sondenposition angeschlossen wird, wie in Bild 4 dargestellt. Die Zählung der sich durch das HEPA-Filter und die abströmseitigen Probenahmeleitungen bewegendem Partikel ist für mindestens 1 Minute durchzuführen. Die höchstens zulässige Konzentration an Partikeln in allen Größenbereichen ist entweder 0,05 % der Konzentration auf der Anströmseite oder 10 P/l (280 p/ft³), je nachdem, welcher Wert höher ist. Nachfolgend ist ein Beispiel angegeben:

BEISPIEL

gemessene Konzentration = 35 300 P/l (1 000 000 p/ft³)

höchste Leckrate = 0,05 %

zulässige Konzentration = 18 Zählungen/l (500 p/ft³)