

Turbulente Mischlüftung in Reinen Räumen

Unter welchen Bedingungen kann die Reinheitsklasse 100 eingehalten werden?



Im folgenden Beitrag sind Ergebnisse experimenteller Untersuchungen wiedergegeben, die sich mit der Frage befassen, welche Reinheitsklasse mit der turbulenten Mischlüftung bestenfalls noch erreichbar ist und unter welchen praktischen Bedingungen die Reinheitsklasse 100 einzuhalten wäre.

In Reinräumen der Klassen 100 und 10 000 nach US Federal Standard 209D (Klasse 3 und 5 nach DIN 2083/1) wurden dazu Partikelmessungen bei unterschiedlichen Luftwechsell durchgeföhrt. Die Zuluft wurde dabei über PuridraU-Auslässe (Reinraum 1 – Klasse 10 000) und eine Filterdecke (Reinraum 2 – Klasse 100) zugeföhrt. Von Interesse war die Frage, ob mit der turbulenten Mischlüftung unter Praxisbedingungen die Reinraumklasse 100, d.h. ≤ 100 Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ Luft erreicht werden kann.

Die Messungen erfolgten in „as-built“-Zustand, d.h. ohne Personen und ohne installiertes Equipment, sowie auch mit einer Person bei verschiedenen Aktivitätsgraden. Die Person war reinraumgerecht gekleidet.

Dipl.-Ing. Frank Masuhr und Dipl.-Ing. Wolfgang Schierp, Aachen

Neben der turbulenzarmen Verdrängungsströmung ist auch die turbulente Mischlüftung eine Art der Luftföhrtung in Reinen Räumen.

Bei der turbulenten Mischlüftung wird die Zuluft grundsätzlich über Einzelauslässe zugeföhrt. Dabei kommt es aufgrund der turbulenten Strömungscharakteristik zu einer intensiven Vermischung der gefilterten Zuluft mit der umgebenden Raumluft, wobei gleichzeitig eine Verdünnung und gleichmäßige Verteilung der im Raum vorhandenen und emittierten Partikel stattfindet.

Erfahrungsgemäß können mit turbulenter Mischlüftung Reinraumklassen von 1 000 bis 100 000 (d.h. $\leq 1 000$ bis 100 000 Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ Luft) nach US Federal Standard 209D [1] erreicht werden.

Bei allen Lüftungssystemen, bei denen impulsreiche Zuluftstrahlen das Strömungsbild charakterisieren, finden Rückströmungen im Raum statt, d.h. Partikel werden unmittelbar zu den Strahlen befördert und damit gleichmäßig im Raum verteilt. Dieser Effekt beruht auf der Induktionswirkung des Zuluftstrahles.

Im Gegensatz zur turbulenzarmen Verdrängungsströmung (Turbulenzgrad der

Strömung $T_u \leq 10\%$) sind bei der turbulenten Mischlüftung (Turbulenzgrad der Strömung $T_u > 30\%$ bis 40%) wesentlich geringere Volumenströme zur Gewährleistung der entsprechenden Reinheitsklasse erforderlich. Zur Gewährleistung der Reinheitsklassen 1 bis 10 sind bei der turbulenzarmen Verdrängungsströmung Luftaustrittsgeschwindigkeiten aus der Reinraumdecke von $u = 0,45 \text{ m/s}$ einzuhalten; das entspricht einem Raumlüftwechsel von $n > 500 \text{ h}^{-1}$. Demgegenüber sind bei den Reinheitsklassen 1 000 bis 100 000 mit der turbulenten Mischlüftung Raumlüftwechselzahlen von 10 h^{-1} bis 20 h^{-1} , max. 40 h^{-1} ausreichend. Nicht zuletzt stellt sich deshalb auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen die Frage, wo in der Reinraumtechnik die Einsatzgrenzen für die turbulente Mischlüftung sind.

PuridraU

Der eingesetzte Luftauslaßtyp ist in Bild 1 dargestellt. Die Zuluft wird aus dem Drallauslaß mit hoher Turbulenz ausgeblasen. Die Schwebstoff-Filterzelle und der Drallauslaß befinden sich in einem gemeinsamen Gehäuse. Die starke Induktionswirkung des Drallauslasses erzeugt eine turbulente, diffuse Mischluftströmung, die die Bildung von Zonen erhöhter Partikelkonzentrationen mit Sicherheit vermeidet. Der qualitative Strömungsverlauf im Raum ist in Bild 2 dargestellt.

Im Reinraum 1 waren zwei PuridraU-Auslässe DN 250 und ein PuridraU-Auslaß DN 315 eingebaut.

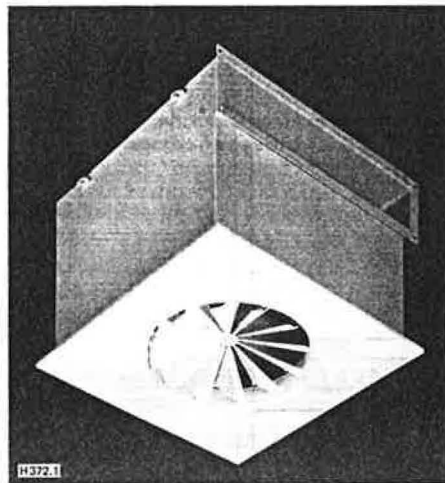


Bild 1:
PuridraU-Auslaß

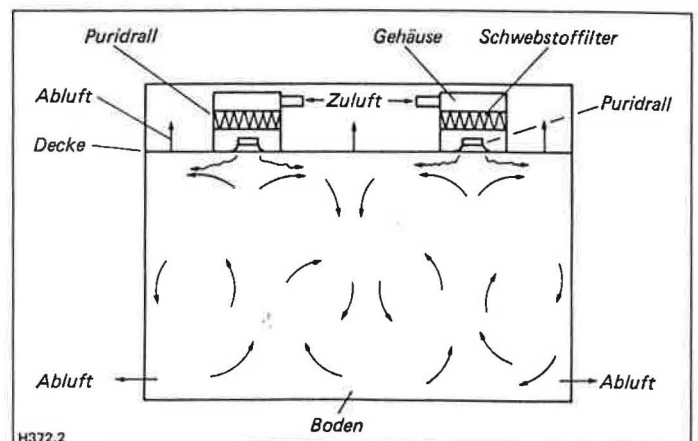


Bild 2: Turbulente Mischlüftung Strömungsverlauf

Literaturangabe

[1] US Federal Standard 209D Clean room and work station, requirements, controlled environment, Federal Supply Service, General Services Administration.

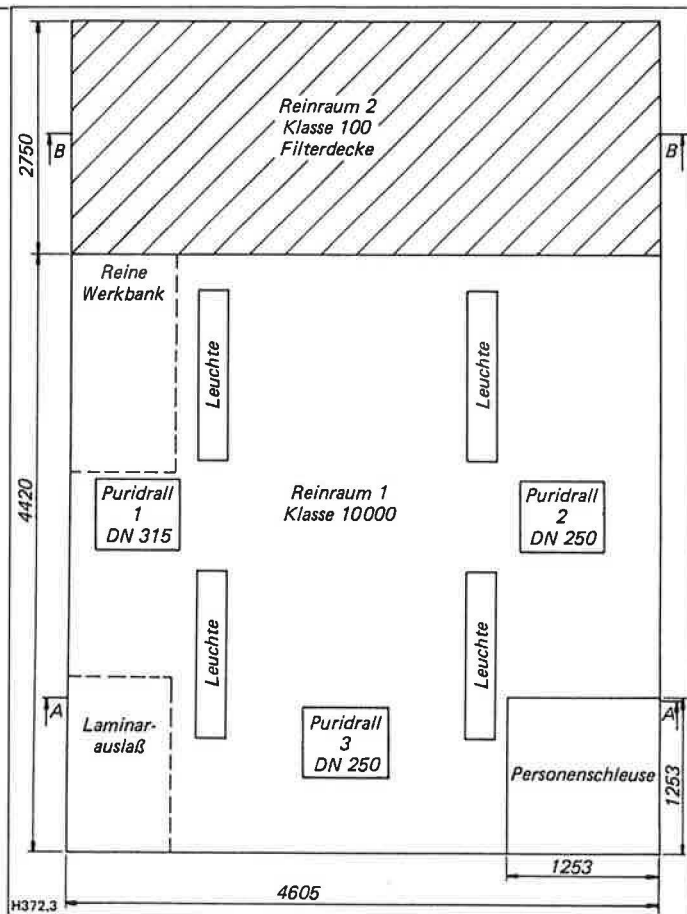


Bild 3: Deckenspiegel des Reinraumes

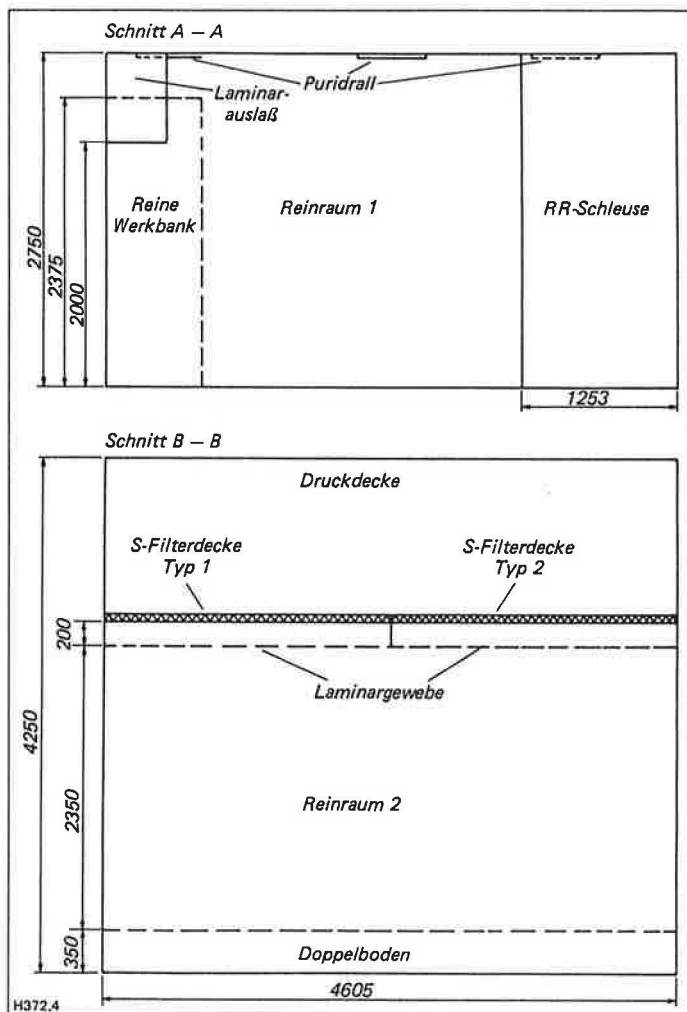


Bild 4: Längsschnitt des Reinraumes

Versuchsräume

Die Puridrahl-Auslässe waren in einem Versuchsraum (Reinraum 1) von 4,4 m Länge und 4,6 m Breite deckenbündig eingebaut. Die Raumhöhe betrug 2,75 m. Die Abluft strömte über Überströmgitter in den Gangbereich neben dem Reinraum ab; dadurch war gewährleistet, daß auch bei kleinen Luftwechselzahlen im Versuchsraum immer Überdruck gegenüber der Umgebung bestand. Im Versuchsraum befanden sich auch eine Reine Werkbank und ein Laminarauslaß, die während der Messungen allerdings nicht in Betrieb waren.

Im Reinraum 2 (4,6 m lang, 2,75 m breit) der Reinheitsklasse 100 wurde die Zuluft über ein Filterdeckensystem dem Raum zugeführt. Die vom Reinraum 1 getrennte raumlufttechnische Anlage arbeitete im Umluftbetrieb; die Abluft wurde über einen Doppelboden aus dem Raum abgeführt.

Der prinzipielle Aufbau der Reinräume 1 und 2 geht aus den Bildern 3 und 4 hervor.

Versuchsparameter und Meßtechnik

Versuchsraum mit turbulenter Mischlüftung (Reinraum 1):

Bei den Untersuchungen wurden die Anzahl der betriebenen Luftauslässe und die Volumenstrombelastung je Auslaß und damit der Raumluftwechsel variiert. Die Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Zuluft betrug bei allen Versuchen $\Delta\vartheta = 2$ K. Die Partikelanzahl im Raum wurde bei jedem Versuch im Zeitabstand von 3 Minuten gemessen. Die Versuchsparameter sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Versuchsraum mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung (Reinraum 2):

Mit einem Aerosolgenerator des Typs AGF 2.0 der Firma Palas wurde bei abgeschalteter RLT-Anlage im Reinraum 2 eine Partikelkonzentration im Bereich von 100 000 bis 1 000 000 Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ realisiert. Nach dem Einschalten der Lüftungstechnischen Anlage wurden in Zeitintervallen von 1 s die Partikelanzahlen an fünf Meßpunkten im Raum ermittelt.

Neben Messungen im „as-built“-Zustand wurden ebenfalls Messungen mit einer Person durchgeführt.

Zur Messung der Temperaturen wurden NiCr/Ni-Thermoelemente verwendet. Der Zulufttemperaturfühler war im Zuluftkanal, die Raumtemperatur wurde im Raum in 1,8 m Höhe gemessen. Die Partikelmessung erfolgte mit einem Monitoring-System der Firma TSI. Dabei wurde mit fünf separaten Partikelzählern des Typs 3755 gleichzeitig an fünf Punkten im Raum in einer Höhe von 1,3 m gemessen. Über einen Multiplexer wurden die Daten an einen PC geleitet, erfaßt und verarbeitet. Die Anordnung der Partikelmeßpunkte geht aus Bild 5 hervor.

PROBEHEFT-ANFORDERUNG

JA, ich möchte ...

ein kostenloses Probeexemplar der Fachzeitschrift

- VDI-Z** **HLH**
 LOGISTIK IM UNTERNEHMEN **TÜ**
 UMWELT **INGENIEUR-WERKSTOFFE**
 VDI-NACHRICHTEN
 BWK **LANDTECHNIK**
 das neue Gesamtprogramm des VDI-Verlages.

HLH

ABONNEMENT-BESTELLUNG

Ich abonniere ab sofort HLH, Heizung, Lüftung/Klima, Haustechnik, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure für technische Gebäudeausrüstung.

- zum **Normalpreis** DM 264,—
 zum **Vorzugspreis für VDI-Mitglieder** DM 240,— (10% Nachlaß)
 zum **Vorzugspreis für VDI-TGA-Mitglieder** DM 144,—
 zum **Sonderpreis für Studenten** DM 168,— (Studienbescheinigung beifügen)

Preise inkl. MwSt., Porto und Verpackung. Der jeweilige Auslandspreis erhöht sich um DM 12,— Versandkosten, Luftpost auf Anfrage.

Der Bezugszeitraum ist 1 Jahr. Danach verlängert sich das Abonnement um ein weiteres Jahr, wenn es nicht vom Bezieher gekündigt wurde. Abonnements sind mit einer Frist von 6 Wochen zum Ende des Kalenderjahres schriftlich kündbar.

- Ich möchte HLH zunächst näher kennenlernen. Bitte liefern Sie mir ein **Probeabonnement** für 3 Monate zum Preis von DM 45,— inkl. Versandkosten.
 Falls ich die Lieferung während dieser Zeit nicht schriftlich abbestelle, erhalte ich HLH weiterhin zum regulären Preis.
 Bitte schicken Sie mir ein **Probeheft**.

Stand 1. 1. 1993

ABONNEMENT-BESTELLUNG

- Liefern Sie mir die VDI-Nachrichten für 3 Monate zum Vorzugspreis von 30,— DM (inkl. Porto und MwSt.)

Die Ersparnis beträgt 6,75 DM.

Falls ich während der Abonnementslaufzeit den weiteren Bezug nicht schriftlich abbestelle, werden mir die VDI-Nachrichten weiterhin für mindestens 1 Jahr zugestellt.

- Liefern Sie mir die VDI-Nachrichten im Abonnement für ein Jahr (52 Ausgaben) zum günstigen Bezugspreis von 147,— DM inkl. Versandkosten und MwSt. Die Ersparnis gegenüber dem Einzelverkaufspreis beträgt 24,60 DM. Kündigung des Abonnements ist jederzeit möglich.

HLH

Kd.-Nr. _____
(s. Arbeitkett, wenn vorhanden)

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon _____

Firma _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon _____

Hat sich Ihre Anschrift geändert?
Neue Adresse bitte oben eintragen.

Neue Adresse ab: _____

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon _____

(Hoch-)Schul-Ort _____

(Hoch-)Schul-Typ _____

Fachrichtung _____

vorauss. Studienende _____

Datum/Unterschrift _____

Wichtiger rechtlicher Hinweis! Wir informieren Sie darüber, daß Sie Ihre Bestellung innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen können (Datum des Poststempels) bei der VDI-Verlag GmbH, Postfach 101054, 4000 Düsseldorf 1. Diesen Hinweis habe ich zur Kenntnis genommen und bestätige dies durch meine Unterschrift.

Datum/Unterschrift _____

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon _____

(Hoch-)Schul-Ort _____

(Hoch-)Schul-Typ _____

Fachrichtung _____

vorauss. Studienende _____

Datum/Unterschrift _____

Wichtiger rechtlicher Hinweis! Wir informieren Sie darüber, daß Sie Ihre Bestellung innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen können (Datum des Poststempels) bei der VDI-Verlag GmbH, Postfach 101054, 4000 Düsseldorf 1. Diesen Hinweis habe ich zur Kenntnis genommen und bestätige dies durch meine Unterschrift.

Datum/Unterschrift _____



Kompetenz
in
Sachen
Technik



nachstehende Fragen beantworten. Vielen Dank.

Branche:

- Energietechnik
- Chemische Industrie
- Eisen- und NE-Metallerzeugung
- Maschinenbau
- Fahrzeugbau (Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau)
- Elektrotechnik/Elektronik, Feinmechanik/Optik
- Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM)
- Bildung/Wissenschaft
- Beratende Ingenieure
- Technische Gebäudeausrüstung
- Dienstleistungsunternehmen
- Kommunale Einrichtungen
- sonstige Branche

Abteilung:

- Konstruktion
- Fertigung
- Produktion
- Entwicklung
- Forschung
- Planung
- Qualitätskontrolle
- Instandhaltung
- Lagerhaltung
- Transportwesen
- Materialwirtschaft
- Verpackung
- Einkauf
- Verkauf
- sonstige Abt.

Betriebsgröße/Beschäftigte:

- 1
- 2 bis 4
- 5 bis 9
- 10 bis 19
- 20 bis 49
- 50 bis 99
- 100 bis 199
- 200 bis 499
- 500 bis 999
- 1000 und mehr

Stellung im Betrieb:

- Firmeninhaber
- Geschäftsführer (technisch)
- Geschäftsführer (kfm.)
- Betriebsleiter/ Gesamtbereich
- Hauptabteilungsleiter
- Abteilungsleiter
- Gruppenleiter
- Sachbearbeiter
- Student

Sie helfen uns sehr, wenn Sie uns für interne statistische Zwecke nachstehende Fragen beantworten. Vielen Dank.

Branche:

- Energietechnik
- Chemische Industrie
- Eisen- und NE-Metallerzeugung
- Maschinenbau
- Fahrzeugbau (Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau)
- Elektrotechnik/Elektronik, Feinmechanik/Optik
- Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM)
- Bildung/Wissenschaft
- Beratende Ingenieure
- Technische Gebäudeausrüstung
- Dienstleistungsunternehmen
- Kommunale Einrichtungen
- sonstige Branche

Abteilung:

- Konstruktion
- Fertigung
- Produktion
- Entwicklung
- Forschung
- Planung
- Qualitätskontrolle
- Instandhaltung
- Lagerhaltung
- Transportwesen
- Materialwirtschaft
- Verpackung
- Einkauf
- Verkauf
- sonstige Abt.

Betriebsgröße/Beschäftigte:

- 1
- 2 bis 4
- 5 bis 9
- 10 bis 19
- 20 bis 49
- 50 bis 99
- 100 bis 199
- 200 bis 499
- 500 bis 999
- 1000 und mehr

Stellung im Betrieb:

- Firmeninhaber
- Geschäftsführer (technisch)
- Geschäftsführer (kfm.)
- Betriebsleiter/ Gesamtbereich
- Hauptabteilungsleiter
- Abteilungsleiter
- Gruppenleiter
- Sachbearbeiter
- Student

Sie helfen uns sehr, wenn Sie uns für interne statistische Zwecke nachstehende Fragen beantworten. Vielen Dank.

Branche:

- Energietechnik
- Chemische Industrie
- Eisen- und NE-Metallerzeugung
- Maschinenbau
- Fahrzeugbau (Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau)
- Elektrotechnik/Elektronik, Feinmechanik/Optik
- Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM)
- Bildung/Wissenschaft
- Beratende Ingenieure
- Technische Gebäudeausrüstung
- Dienstleistungsunternehmen
- Kommunale Einrichtungen
- sonstige Branche

Abteilung:

- Konstruktion
- Fertigung
- Produktion
- Entwicklung
- Forschung
- Planung
- Qualitätskontrolle
- Instandhaltung
- Lagerhaltung
- Transportwesen
- Materialwirtschaft
- Verpackung
- Einkauf
- Verkauf
- sonstige Abt.

Betriebsgröße/Beschäftigte:

- 1
- 2 bis 4
- 5 bis 9
- 10 bis 19
- 20 bis 49
- 50 bis 99
- 100 bis 199
- 200 bis 499
- 500 bis 999
- 1000 und mehr

Stellung im Betrieb:

- Firmeninhaber
- Geschäftsführer (technisch)
- Geschäftsführer (kfm.)
- Betriebsleiter/ Gesamtbereich
- Hauptabteilungsleiter
- Abteilungsleiter
- Gruppenleiter
- Sachbearbeiter
- Student

ANTWORT

Bitte als Postkarte freimachen

VDI VERLAG

Vertriebsleitung Zeitschriften
Postfach 101054

4000 Düsseldorf 1



ANTWORT

Bitte als Postkarte freimachen

VDI VERLAG

Vertriebsleitung Zeitschriften
Postfach 101054

4000 Düsseldorf 1

Technik
ist
unser
Thema

ANTWORT

Bitte als Postkarte freimachen

VDI VERLAG

Vertriebsleitung
VDI-Nachrichten
Postfach 101054

4000 Düsseldorf 1



Ergebnisse und Auswertung

Wie aus *Tabelle 2* hervorgeht, zeigte sich bei allen Versuchen, daß eine Erhöhung des Luftwechsels eine Verbesserung der Partikelverdünnung mit sich bringt.

Unter „as-built“-Bedingungen, d.h. mit der Reinraumanlage in Funktion, ohne eingebaute Produktionseinrichtungen und ohne Personal wird mit dem Krantz PuridraU, wie in *Bild 6* dargestellt, etwa ab einem Luftwechsel von $n = 20 \text{ h}^{-1}$ die Reinraumklasse 100 nach USFS 209D [1] erreicht. Bei gleicher Ausgangsbelastung ist die Partikelverdünnung mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung wesentlich wirkungsvoller als mit turbulenter Mischlüftung. Bei der laminaren Verdrängungsströmung ($n \approx 600 \text{ h}^{-1}$) reduziert sich die Partikelanzahl von 100 000 Partikeln $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ nach ca. 2 min auf 0 Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$. Bei der turbulenten Mischlüftung ($n = 30 \text{ h}^{-1}$) waren nach einer Stunde Meßzeit bei gleicher Ausgangsbelastung noch ca. 20 Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ vorhanden. Die beiden Partikelverläufe sind in *Bild 7* dargestellt.

Befindet sich eine Person im Raum mit turbulenter Mischlüftung, erhöht sich nach *Bild 8* die Partikelanzahl je nach Aktivitätsgrad dieser Person bei gleichem Luftwechsel. Der Unterschied in der Partikelverdünnung bei Anwesenheit einer sitzenden und einer gehenden Person im Raum mit turbulenter Mischlüftung beträgt etwa Faktor 10. Bei einer gehenden Person im Reinraum mit turbulenter Mischlüftung tritt bei einem Raumluftwechsel von $n = 30 \text{ h}^{-1}$ eine Belastung von ca. 1 000 Partikeln $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ auf.

Die Messungen mit einer reinraumgerecht gekleideten Person im Reinraum 2 mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung ergaben bei sitzender und gehender Betätigung keine signifikant längere Partikelabklingzeit als unter „as-built“-Bedingungen.

Die Messung mit einer Person im Raum, ohne Equipment, stellt jedoch, bezogen auf den Federal Standard 209D, keinen definierten Zustand dar. Der Federal Standard 209D unterscheidet neben dem „as-built“-Zustand noch den „at-rest“- und den „operational“-Zustand.

„at-rest“ bedeutet hierbei:
Reinraumanlagen in Funktion mit eingebauten, stillstehenden Produktionseinrichtungen, ohne Personal

„operational“ bedeutet:
Reinraumanlagen und Produktionseinrichtungen in Funktion, mit vorgesehener Personalbesetzung.

Die mit der Person durchgeführten Messungen können somit weder dem „at-rest“- noch dem „operational“-Zustand zugeordnet werden.

Tabelle 1: Versuchsparameter bei der turbulenten Mischlüftung

Messung Nr.	Anzahl der angeschlossenen Luftauslässe		Volumenstrom je PuridraU (m^3/h)		Gesamt-volumenstrom m^3/h	Luftwechsel h^{-1}	Bemerkungen	
	DN 250	DN 315	DN 250					DN 315
			1	2				
1		1			577	577	10	im Raum keine Person und Maschinen
2	2	1	247,4	282,7	335,7	866	15	im Raum keine Person und Maschinen
3	2	1	356,1	356,1	441,8	1154	20	im Raum keine Person und Maschinen
4	2	1	431	431	580	1442	25	im Raum keine Person und Maschinen
5	2	1	540	540	645	1725	30	im Raum keine Person und Maschinen
6	2	1	540	540	645	1725	30	im Raum eine sitzende Person
7	2	1	540	540	645	1725	30	im Raum eine gehende Person

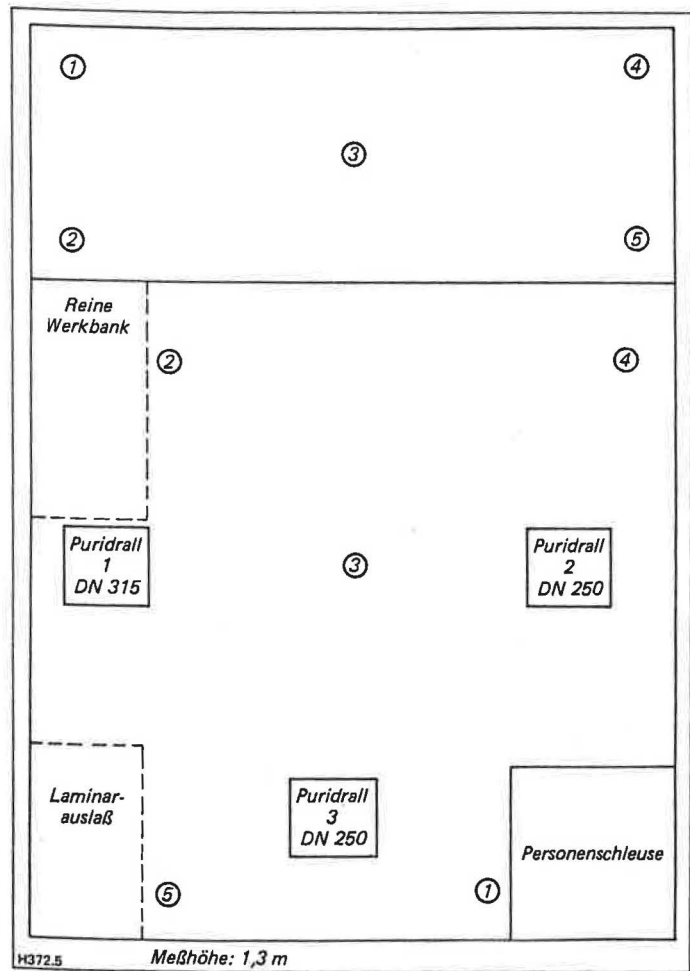


Bild 5: Anordnung der Partikelzähler

Tabelle 2: Versuchsergebnisse bei der turbulenten Mischlüftung

Messung Nr.	Anzahl der angeschlossenen Luftauslässe		Luftwechsel h^{-1}	Partikelanzahl $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ bei $t = 0$	Meßzeit t_M min	Partikelanzahl $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{ft}^3$ nach t_M
	DN 250	DN 315				
1		1	10	ca. 100 000	60	ca. 300
2	2	1	15	ca. 100 000	60	ca. 150
3	2	1	20	ca. 100 000	60	ca. 50
4	2	1	25	ca. 100 000	60	ca. 40
5	2	1	30	ca. 100 000	60	ca. 20
6	2	1	30	ca. 100 000	50	ca. 80
7	2	1	30	ca. 100 000	60	ca. 800

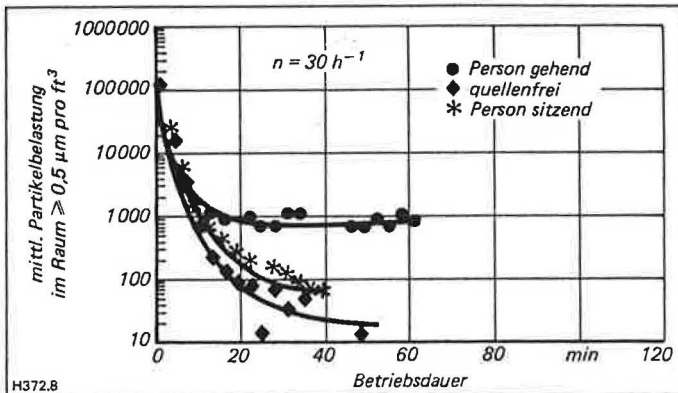
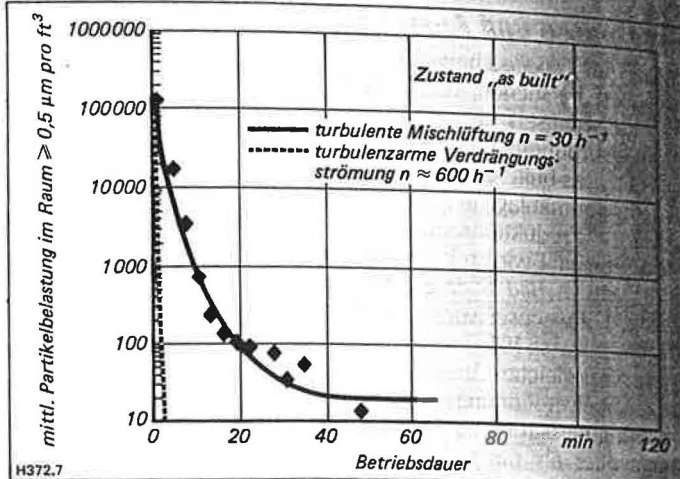
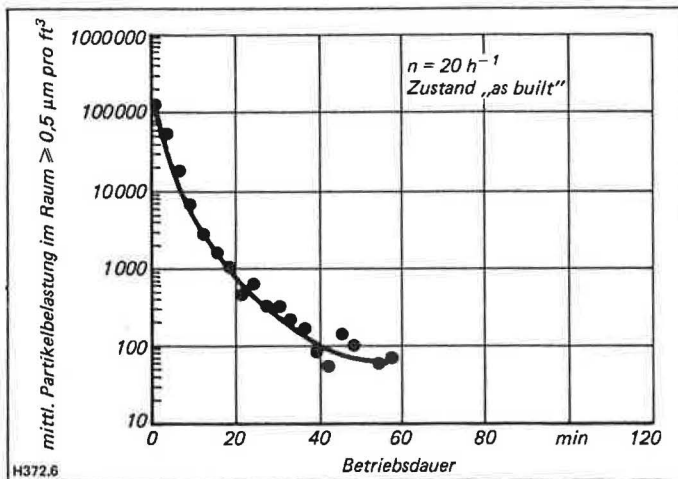


Bild 6: Partikelverdünnung bei Luftwechsel $n = 20 \text{ h}^{-1}$

Bild 7: Vergleich turbulente Mischlüftung und turbulenzarme Verdrängungsströmung

Bild 8: Einfluß der Personen

Die unter „as-built“-Bedingungen erreichte Reinraumklasse 100 nach USFS 209D bei turbulenter Mischlüftung (etwa ab Luftwechsel $n = 20 \text{ h}^{-1}$) ist aus praktischer Sicht wenig aussagefähig.

Bei Anwesenheit einer gehenden Person im Raum mit turbulenter Mischlüftung (Ver-

such Nr. 7) konnte die Reinraumklasse 100 nicht mehr erreicht werden. Dieser Versuch entspricht nicht dem „operational“-Zustand, da kein Equipment im Raum in Betrieb war. Unter „operational“-Bedingungen sind noch höhere Partikelanzahlen zu erwarten.

In der Praxis, d.h. unter „operational“-Bedingungen, kann somit mit der turbulenten Mischlüftung die Reinraumklasse 100 nicht erreicht werden.

Im Reinraum mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung stellten sich bei Anwesenheit einer reinraumgerecht gekleideten Person ähnliche Ergebnisse wie im „as-built“-Zustand ein.

Die Untersuchungen zeigen jedoch deutlich, daß bei turbulenter Mischlüftung mit Krantz-Purdrall-Auslässen die einzuhaltende Reinraumklasse 10 000 nach USFS 209D auch mit einer Person bei unterschiedlichen Aktivitätsgraden sowie auch bei kleineren Luftwechseln größenordnungsmäßig unterschritten wird, d.h. die eingesetzten Purdrall-Auslässe gewährleisten eine hochwirksame Partikelverdünnung. [H 372]

TECHNIKGESCHICHTE

Einiges über den Verbrauch von Steinkohlen in älterer Zeit

Im Rath- und Bürger-Convent Hamburgs vom 13. August 1641 teilt der Rath seine Absicht mit, einen an ihn gelangten Antrag auf Bewilligung eines Octroi oder Privilegiums für eine Einrichtung zu genehmigen, durch welche Färbem und Brauern eine Feucereinsparung erzielt werden würde. Die Bürgerschaft widersprach zwar nicht ausdrücklich diesem Plan, aber die Antwort der Bürger war doch derart, daß der Rath auf seine Vorhaben verzichtete. Ein der Bürgerschaft vorgelegter Entwurf einer „Ordnung“ für diesen Octroi scheint nicht erhalten zu sein; auch im Stadtarchiv befindet sich keine Unterlage hierzu. Wortlaut der Verhandlungen nachstehend.

Beim ersten Anblick scheint es, als wenn es sich um ein Privilegium für die

Herstellung einer technischen Einrichtung (also etwa um die Herstellung eines besonders gebauten Ofens o. dgl.) gehandelt habe. Allein für jene Zeit würde die Gewährung eines derartigen Privilegiums etwas ganz Ungewöhnliches sein und kommt Ähnliches sonst nicht vor; auch hätte der Rath notwendigerweise der Zustimmung des beteiligten Handwerkeramtes sich versichern müssen, und hätte nicht unterlassen dürfen, einer solchen in seinem Antrag an die Bürgerschaft zu erwähnen.

Näher liegt die Annahme, daß ein Privilegium zur Einführung von Steinkohlen in Rede gestanden hat. Es mögen die Unternehmer als Gegenleistung für die Gewährung des Rechts zur alleinigen Einfuhr von Steinkohlen nach Hamburg die

Zusicherung billigeren Preises derselben, besonders für diejenigen, welche größere Mengen bedurften, gegeben sein.

In gewisser Verbindung mit jenem Plan dürfte es gestanden haben, daß im Jahre 1640 auf Rechnung der Kämmerei 230 Tonnen Steinkohlen gekauft wurden, für die am 20. Mai der Schiffer Wilm Milde 513 Pfund erhielt; diese Steinkohlen sind dann verkauft worden, und zwar lieferte Carsten Pape, ein Angestellter am städtischen Bauhof, „wegen verkaufter Steinkohlen“ am 19. Dezember 1640 die Summe von 634 Pfund ein. Dieser Kauf und Verkauf von Steinkohlen war vielleicht ein Versuch, um sich über den Gewinn eines solchen Unternehmens zu unterrichten. Die Stadtverwal-