

Luftkeimmessungen nach VDI 6022 Blatt 1:2018

Anforderungen, Durchführung, Beurteilung, Schwierigkeiten

Dipl.-Biol., Dipl.-Ing. Roland Braun
Ingenieur- und Sachverständigenbüro ROLAND BRAUN

- 1. Vorstellung Referent**
- 2. Anforderungen VDI 6022**
- 3. Messverfahren**
- 4. Beurteilung**

rolandbraun.de
Raumlufthygiene und Immissionsschutz
Ingenieur- und Sachverständigenbüro



Dipl.-Biol., Dipl.-Ing. Roland Braun
Sachverständiger, Beratender Ingenieur

Mitgliedschaften und Zertifikate:



Verein Deutscher Ingenieure e.V.



**VDI-geprüfter Fachingenieur
Raumluftqualität (RLQ),
Reg.-Nr.: PZ-RLQ-012**



**Zertifizierter RLQ-Manager
DGUV-Test Nr. DP12148**



DGNB

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
German Sustainable Building Council



**Hamburgische Ingenieurkammer Bau –
Listennr. 212**



R.U.N.

Regionalverband
Umweltberatung
Nord e.V.



**Regelmäßige Ringversuchsteilnahmen
IFA Institut für Arbeitsschutz der DGUV**



**Sachkundenachweise TRGS 519
(Asbest) und TRGS 524 / BGR 128
(kontaminierte Bereiche)**

..alles was mit Luft (drinnen + draußen) zu tun hat.....

- **Raumluftuntersuchungen und -gutachten**
- **Feuchte-/Schimmelpilzuntersuchungen**
- **Hygieneinspektionen RLT-Anlagen (VDI 6022)**
- **Raumklimauntersuchungen**
- **Gebäudeschadstoffuntersuchungen, Schadstoffkataster**
- **Bauberatung (zu Raumlufte)**
- **Arbeitsplatzuntersuchungen (Gefahrstoffverordnung)**
- **Reinraumüberprüfungen (GMP-Leitfaden u.a.)**
- **Immissionsschutzberatung und –gutachten**
- **BImSchG-Genehmigungsverfahren**

7.4 Hygieneinspektionen

Die Hygieneinspektionen umfassen grundsätzlich folgende Tätigkeiten:

.....

b) mikrobiologische Untersuchungen:

.....

- *Mikrobiologische Luftkeimmessungen mit Berücksichtigung des Keimgehaltes und des Keimspektrums....*

7.2 Hygiene-Erstinspektion

- **7.2.1 Inhalte und Ziele der Hygiene-Erstinspektion**

.....

- *Beurteilung der Hygiene der RLT-Anlagen, mindestens im Umfang der Wiederholungsinspektionen (siehe auch Abschnitt 7.4)*

.....

ALSO: Luftkeimmessungen bei Hygiene-Erstinspektionen und bei Wiederholungsinspektionen obligatorisch!

8.4 Luftmessungen

- *Messungen in der Zuluft an exemplarischen Zuluftöffnungen erforderlich*
- *Nur Einrichtungen mit geeignetem Personal mit mikrobiologischer Fachausbildung oder vergleichbarer Ausbildung und umfangreicher spezifischer Berufserfahrung (TRBA 405)*
- *Luftprobenahme vor Ort durch Fachpersonal mit nachweisbarer Erfahrung mit Luftkeimsammelgeräten und Raumluftechnik*
- *Hinweise zur Probenahme an Zuluftdurchlässen aus VDI 2066 Blatt 1*

TRBA 405

Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe: Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe. 2001-05, aktualisiert: 2006-07

VDI 2066 Blatt 1

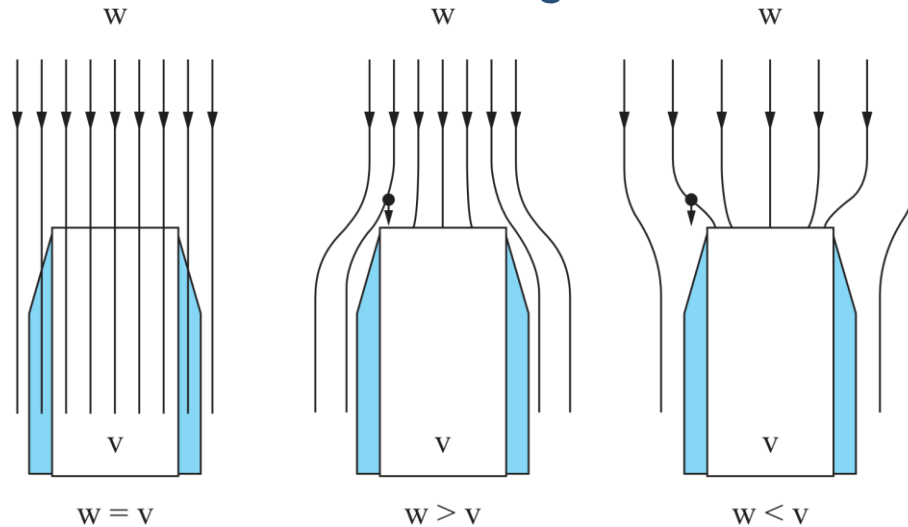
Messen von Partikeln – Staubmessungen in strömenden Gasen – Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung. 2006-11

8.4 Luftmessungen (Fortsetzung)

- Messung von Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien in der Zuluft und der Vergleichsluft
- Mindestens Differenzierung der Schimmelpilze durch qualifiziertes mikrobiologisches Labor erforderlich

Probenahmeverfahren

- Entweder isokinetische Probenahme gem. VDI 2066 Blatt 1



Bildquelle:
www.photometer.com
Sigrist Photometer AG

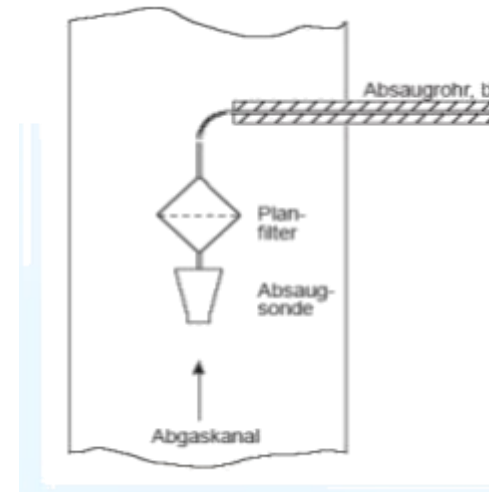
- Oder strikte Trennung zwischen Zuluft und Raumluft, Falschluftheimischung muss ausgeschlossen werden

8.4 Luftmessungen (Fortsetzung)

Zulässige Messverfahren

- **DIN ISO 16000-16** *Filtration, Abscheidung auf Filter*

Bildquelle: BayLfU



Bildquelle: www.holbach.biz

- **DIN ISO 16000-18** *Impaktion, Abscheidung auf Nährmedien (Agarplatten)*

Bildquelle: www.merckmillipore.com



- **DIN ISO 16000-17** *Kultivierung und Auswertung der Filter oder Nährmedien*
- **VDI 2066 Blatt 1** *Partikel-/Staubmessverfahren, siehe Filtration*
- **IFA Nr. 9420** *Schimmelpilze, Filtration*
- **IFA Nr. 9430** *Bakterien, Filtration oder Impaktion*

- **Impaktion häufigstes und am einfachsten anzuwendendes Messverfahren, kurze Messdauer**
- **Differenzierende Auswertung Schimmelpilze mit (Anforderung DIN ISO 16000-18)**
 - ✓ **DG18-Agar für mesophile und xerophile Pilze plus**
 - ✓ **Malzextrakt-Agar für mesophile Pilze allgemein**
- **Gesamtkeimzahl Bakterien mit Universal-Nährmedium (z.B. CASO-/TSA-Agar), zusätzl. Anforderung VDI 6022 Blatt 1:2018**
- **Anzahl Probenahmen je Messort:**
 - **ISO 16000-18: mind. 12 Platten je Messort**
(3 Nährmedien x 2 versch. Volumen x 2-fache Probenahme je Medium, plus Feldblindwert)
 - **Pragmatischer Ansatz: 3 Platten je Messort**
(1x DG-18, 1x MEA, 1x TSA, einfache Probenahme je Medium, ein Probenahmenvolumen, Feldblindwert bei Bedarf)

Auszug DIN ISO 16000-18 (Anzahl Probenahmen):

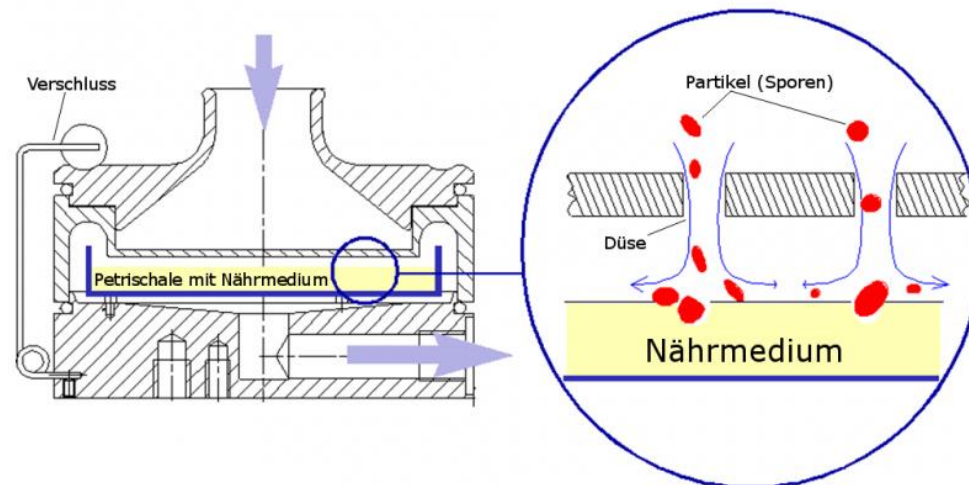
7 Messverfahren

7.1 Vorbereitung der Probenahme

Die geforderte Anzahl an Impaktoren und Agarplatten sind entsprechend der Messaufgabe und der Messstrategie vorzubereiten. Für Routinemessungen werden einstufige Impaktoren verwendet; die Probenahme erfolgt mit zwei parallel durchgeführten unterschiedlichen Probenvolumenströmen (z. B. 2×50 l und 2×100 l) an jedem Probenahmepunkt. Zusätzlich wird eine Feldblindwertprobe durchgeführt. Daher werden mindestens vier bis fünf DG-18-Agarplatten und vier bis fünf Malzextrakt- oder Kartoffelextrakt-Glukose-Agarplatten für jeden Probenahmepunkt benötigt.

Prinzip Impaktion

Bildquelle: www.holbach.biz



Messgerät: Holbach MBASS30 mit Luftkeimsammelkopf LKS30 oder LKS100 und Queradapter / Einlaufdüsen



- Dreifache Probenahme (DG18/MEA/TSA)
- Jeweils 100 Liter
- Isokinetische Probenahme mit Queradapter und Einlaufdüsen (im Luftstrom) oder Lufteinlauftrichter
- Schimmelpilze mit Differenzierung, Gesamtkeimzahl Bakterien



Luftgeschw. am Messpunkt	LKS / Queradapter / Einlaufdüse	Ansauggeschwindigkeit
$\leq 0,5$ m/s	LKS30 / QA / ohne	0,3 m/s
≤ 1 m/s	LKS100 / QA / ohne	1 m/s
$\leq 1,5$ m/s	LKS30 / QA / Düse 2	1,5 m/s
$\leq 2,5$ m/s	LKS30 / QA / Düse 3	2 m/s
≤ 4 m/s	LKS100 / QA / Düse 1	3 m/s
≤ 6 m/s	LKS100 /QA / Düse 2	5 m/s
≤ 8 m/s	LKS100 /QA / Düse 3	7 m/s
≤ 12 m/s	LKS100 /QA / Düse 4	10 m/s



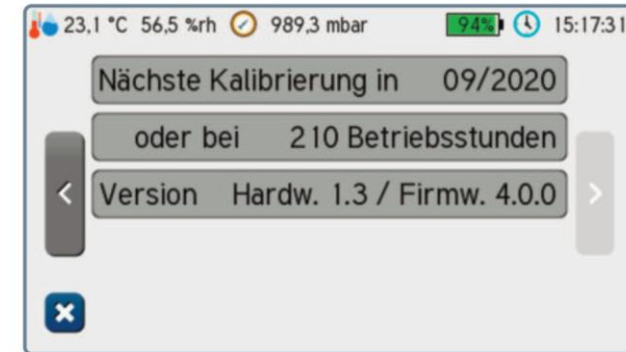


- **Mindestluftgeschwindigkeiten**
 $\geq 40 \times 40 \text{ cm}$: 0,02 m/s (LKS100)
 $20 \times 20 \text{ cm}$: 0,05 m/s (LKS100)
 $10 \times 10 \text{ cm}$: 0,2 m/s (LKS100)
- **Luftgedämpftes Stativ + Messgerät: bis ca. 4 m**
- **Probenahmestart programmierbar**

- Kalibriertes Messgerät (Volumenstrom)

Kalibrierintervall?

MBASS30: alle 150 Betriebs-h
oder alle 2 Jahre



- Reinigung Messgerät vor und zwischen den Probenahmen (Messorten)
Desinfektionsmittel? Druckluft? Leermessung?

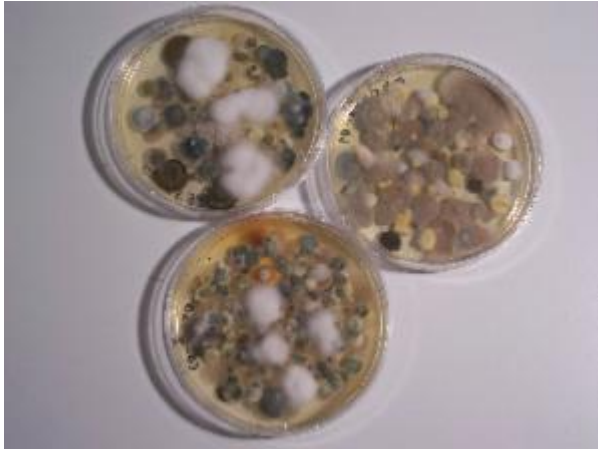


- Einmalhandschuhe?



- Dichtigkeitstest





- **Auswertung im qualifizierten mikrobiologischen Labor**
- **Schimmelpilze:**
Bebrütung von DG18- und ME-Agar bei 25 °C über 5-7 Tage, Identifizierung und Quantifizierung nach ISO 16000-17
Achtung: keine Addition der Platten!
- **Bakterien:**
Bebrütung bei 37°C über 3 Tage, **Gesamtkeimzahl**



Proben-Nr. Parameter	Probenbez. Parameter	Ergebnis (absolut)	Differenzierung	Anteil in KBE	wie AL	Ergebnis u. Bewertung
19-8012-01 HOLBACH DG18/Malz Anzucht 25°C	AUL Außenluft beaufschlagtes Volumen: 100l	1200 KBE/ m ³ -Luft	Cladosporium spp. Penicillium brevicompactum Penicillium chrysogenum sterile Mycelien	1070 70 30 30		Außenluft (AL)
19-8012-03 HOLBACH DG18/Malz Anzucht 25°C	RAL1 Raumluft beaufschlagtes Volumen: 100l	380 KBE/ m ³ -Luft	Cladosporium sp. Penicillium corylophilum Penicillium chrysogenum Penicillium glabrum Penicillium sp. Wallemia sebi	100 20 50 30 40 140	✓ ✓	Innenraum- quelle unwahr- scheinlich
19-8012-05 HOLBACH DG18/Malz Anzucht 25°C	Z1 Zuluft1 beaufschlagtes Volumen: 100l	30 KBE/ m ³ -Luft	Cladosporium sp.	30	✓	Innenraum- quelle unwahr- scheinlich
19-8012-07 HOLBACH DG18/Malz Anzucht 25°C	Z2 Zuluft2 beaufschlagtes Volumen: 100l	40 KBE/ m ³ -Luft	Cladosporium sp. Acremonium sp. Penicillium sp.	10 20 10	✓	Innenraum- quelle unwahr- scheinlich

Proben-Nr. Parameter	Probenbez. Auftraggeber	Ergebnis (absolut)
19-8012-02 HOLBACH CASO-Agar 37°C	AUL Außenluft beaufschlagtes Volumen: 100l	60 KBE/ m ³ -Luft
19-8012-04 HOLBACH CASO-Agar 37°C	RAL1 Raumluft beaufschlagtes Volumen: 100l	520 KBE/ m ³ -Luft
19-8012-06 HOLBACH CASO-Agar 37°C	Z1 Zuluft1 beaufschlagtes Volumen: 100l	1310 KBE/ m ³ -Luft
19-8012-08 HOLBACH CASO-Agar 37°C	Z2 Zuluft2 beaufschlagtes Volumen: 100l	1080 KBE/ m ³ -Luft

VDI 6022: Keimgehalt und Keimspektrum Zuluft nicht schlechter als Vergleichsluft

Aber:

Messunsicherheit Luftkeimmessungen bis zu 50% (Umweltbundesamt)

Lösungsvorschlag:

Beurteilungsschema UBA-Schimmelleitfaden

Innenraumquelle möglich (leicht auffällig):

gut flugfähige Sporen: $> 50 \text{ KBE/m}^3$ über Außenluft

schlecht flugf. Sporen: $> 30 \text{ KBE/m}^3$ über Außenluft

Innenraumquelle wahrscheinlich (auffällig):

gut flugfähige Sporen: $> 100 \text{ KBE/m}^3$ über Außenluft

schlecht flugf. Sporen: $> 50 \text{ KBE/m}^3$ über Außenluft



Befund Luftkeimmessungen (einzelne Pilzart und Gesamtkeimzahl Bakterien)	Bewertung und Maßnahmen
Zuluft \leq Vergleichsluft + 50, bzw. + 30* KBE/m ³	<p>Hygienisch gut oder sehr gut Keimzahlen für alle identifizierten Pilzarten und Gesamtkeimzahl Bakterien in der Zuluft kleiner als in der Vergleichsluft plus 50 KBE/m³, bzw. 30 KBE/m³ für schwer flugfähige Sporen, Zuluft gesundheitlich zuträglich, Zuluftqualität nicht signifikant schlechter als Vergleichsluft., keine weiteren Maßnahmen erforderlich</p>
Zuluft \leq Vergleichsluft + 100 bzw. + 50* KBE/m ³	<p>Hygienisch grenzwertig Keimzahlen identifizierter Pilzarten oder Gesamtkeimzahl Bakterien in der Zuluft kleiner als in der Vergleichsluft plus 100 KBE/m³, bzw. plus 50 KBE/m³ für schwer flugfähige Sporen. Keine abschließende Beurteilung, Messwiederholung und erneute Bewertung, ggf. vorsorglich vor erneuter Messung Reinigung der RLT-Anlage durchführen</p>
Zuluft > Vergleichsluft + 100 bzw. + 50* KBE/m ³	<p>Hygienisch unzureichend Keimzahlen identifizierter Pilzarten oder Gesamtkeimzahl Bakterien in der Zuluft größer als in der Vergleichsluft plus 100 KBE/m³, bzw. plus 50 KBE/m³ für schwer flugfähige Sporen. Zuluftqualität signifikant schlechter als Vergleichsluft. Hygienischer Zustand der RLT-Anlage unzureichend, umgehend vertiefende Untersuchung zur Aufklärung der Keimquellen und Mängelbeseitigung erforderlich, nach Mängelbeseitigung erneute Kontrolle. Sofortiges Handeln erforderlich.</p>

* bei schwer flugfähigen Sporen (z.B. *Phialophora sp.*, *Stachybotris chartarum*)

Beurteilung – Luftkeimmessungen VDI 6022

Vorgehensweise Ing.-Büro ROLAND BRAUN



Luftmessungen		Probenahme:	8.1.2019
Zuluftbedingungen:	22 °C, 35 % rF		
Witterungsbedingungen:	6 °C, 84 %rF, 1001 hPa, Wind 15 km/h, SW bedeckt		
Parameter / Pilzstamm	Ergebnis [KBE/m³]		
	L1 -Zuluftauslass Verkaufsraum Straßens. Luftgeschw.: 2,2 m/s	L2- Zuluftauslass Verkaufsraum Kassen Luftgeschw.: 1,3 m/s	Vergleichsluft vor Außenluft- ansaugung
Cladosporium spp.	30	10	1.070
Penicillium chrysogenum	-	-	30
Penicillium brevicompactum	-	-	70
Penicillium sp.	-	10	-
Acremonium sp.	-	20	-
Sterile Myzelien	-	-	30
Gesamtkeimzahl Pilze	30	40	1.200
Gesamtkeimzahl Bakterien	1.310	1.080	60
Beurteilung	Hygienisch unzureichend	Hygienisch unzureichend	
Beurteilung Luftkeimmessungen (jede Pilzart und Gesamtkeimzahl Bakterien)			
Zuluft < Vergleichsluft + 50/30 KBE/m ³ hygienisch gut oder sehr gut	Zuluft < Vergleichsluft + 100/50 KBE/m ³ hygienisch grenzwertig	Zuluft > Vergleichsluft + 100/50 KBE/m ³ hygienisch unzureichend	

....und wie macht ihr das?