

## Auswertung des 3. VDB-Ringversuchs "Probenahme von Schimmelpilzsporen aus Raumluft" vom 11. Juni 2007 in Dresden

### 1. Räumlichkeit und Randbedingungen

Als Probenahmeraum diente die Sporthalle des Berufsgenossenschaftlichen Instituts Arbeit und Gesundheit (BGAG) in Dresden. Die Sporthalle (LxBxH: 19,7 x 15,9 x 5,0 m = 1.566 m<sup>3</sup>) wird technisch belüftet, so dass unter diesen Gegebenheiten nur von einer sehr geringen Menge an Schimmelpilzsporen auszugehen war. Mit dem Ziel, ein höheres Sporenaufkommen zu erreichen, wurde die Belüftungsanlage bereits am Vorabend der Probenahmen außer Betrieb gesetzt. 4 Stunden vor Beginn der Probenahmen wurde mittels einer Blower-Door Messeinrichtung eine Querlüftung mit einer Volumenleistung von ca. 7.400 m<sup>3</sup>/h eingerichtet. Über die Oberlichter eines Nachbarraumes wurde auf diese Weise Außenluft in die Sporthalle eingebracht, die über eine geöffnete Notausgangstür der Sporthalle wieder ins Freie abgeführt wurde. Die ausreichende Verwirbelung (Gleichverteilung) der eingeblasenen Außenluft wurde am Vortag mittels Nebelmaschine visuell überprüft. Durch diese Randbedingungen ist sichergestellt, dass die Sporenkonzentration der Luft quasi der Außenluft entspricht und nicht durch die Probenahme vermindert wird.

In dem Bereich der Sporthalle, in dem eine gleichmäßige Verteilung der Außenluft zu erwarten war, wurden Markierungen auf dem Fußboden angebracht, die den Teilnehmern als vorgegebene Messplätze (Teilnehmernummer) dienten. Jeder Teilnehmer erhielt ein Probenahme-Protokoll und einen be-



**Foto 1: Einrichtung der Messplätze in der Sporthalle des BGAG**

beschrifteten Satz aus 8 DG-18 Nährmedien. Am Ringversuch beteiligten sich insgesamt 37 Teilnehmer sowie das Regierungspräsidium Stuttgart - Landesgesundheitsamt (Abt.9/-Ref.96 U). Es kamen unterschiedliche Geräte und Probenahmeverfahren (s. Tabelle 1) zum Einsatz, einige Teilnehmer beaufschlagten sowohl Nährmedien als auch Filter.

Impaktion (DG 18-Agar)		Anzahl
MBASS 30		16
LKS 30		13
MAS 100		4
Spin Air		1
DESAGA		1
FH 2		1
MAS 100 Eco		1
Filtration		
GSP System	37 mm Cellulosenitratfilter	2
GSP-10	37 mm Gelatinefilter	2
MD-8	80 mm Gelatinefilter	1
MBASS 30	80 mm Gelatinefilter	2

Tab. 1: Probenahmegeräte und Probenahmeverfahren

Neben der Beaufschlagung der Nährmedienplatten mittels Impaktion (37 Teilnehmer) wurde von 6 Teilnehmern das Filtrationsverfahren angewendet. 2 Teilnehmer beaufschlagten Cellulosenitratfilter (direktes Verfahren mit Auflegen der Filter auf DG-18-Agar), 4 weitere Teilnehmer beaufschlagten Gelatinefilter (indirektes Verfahren, Auflösen der Filter und Verdünnung). Alle Probenahmen fanden im Zeitraum zwischen 10:00 Uhr und 12:00 Uhr statt, wobei die Impaktion mit mehreren Einzelmessungen in vorgegebener Reihenfolge durchgeführt wurde. Es wurden jeweils 2 Parallelproben, zuerst mit 50 Liter (1. Messreihe), dann mit 100 Liter, anschließend mit 200 Liter und zuletzt nochmals mit 50 Liter (2. Messreihe) Luft beaufschlagt. Die Messungen mittels Filtration erfolgten in Abhängigkeit der verwendeten Geräte mit unterschiedlichen Volumina (35 bis 3000 Liter) und mit unterschiedlicher Probenahmedauer.

## 2. Aufarbeitung der beaufschlagten Nährmedien und Filter

Die beaufschlagten Nährmedien und Filter (indirektes Verfahren) wurden bei ca. 20 °C gelagert und am nächsten Tag gekühlt in das LGA zur Aufarbeitung transportiert (ca. 48 Stunden Lagerzeit). Die Cellulosenitratfilter (direktes Verfahren) wurden vor Ort auf DG-18 Nährmedien aufgelegt. Im Rahmen der Auswertung wurde erkennbar, dass die Nährmedien eine relativ hohe Belegung mit Sporen aufweisen. Mit Einschränkungen (s. Abschnitt "Ergebnisse") waren nur die Nährmedien mit der Beaufschlagung von 50 Litern Luft (Impaktion) auswertbar. Wegen der Überbelegung war es nicht sinnvoll, die mit höheren Volumina beaufschlagten Proben zu bearbeiten. Bei rund 90 % der nachweisbaren Arten (Impaktion) handelte es sich um *Cladosporium spp*, die Quantifizierung anderer Spezies ist deshalb mit Unsicherheiten behaftet und wird hier nicht berücksichtigt. Grundlage des Vergleichs der Ergebnisse untereinander ist die Sporenkonzentration, die durch eine Zählung der GesamtkBE nach 7 Tagen Kultivierung ermittelt wurde.

Den Teilnehmern war freigestellt neben den Proben für das LGA auch Proben zur Auswertung durch andere externe oder eigene Laboratorien zu entnehmen. Diesbezüglich liegen Daten eines Teilnehmers vor, der Ergebnisse (Impaktion und Filtration) aus eigenen Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

### 3. Ergebnisse

Teilnehmer / Platz-Nr.	Gerät / Filter	Verfahren	Vol.	Gesamt-KBE/m <sup>3</sup> (LGA)			
				1. Mess.	2. Mess.	3. Mess.	4. Mess.
1	LKS 30	Imp.	50 l	2000	2040	1960	1720
2	MBASS 30	Imp.	50 l	2500	1900	1800	2020
3	MBASS 30	Imp.	50 l	2100	2100	1700	1620
4	MAS 100	Imp.	50 l	2160	2160	1620	1900
	GSP Syst., 37 mm	Filtr. direkt	35 l	976			
	GSP Syst., 37 mm	Filtr. direkt	52,5 l		1003		
5	MAS 100	Imp.	50 l	1940	2100	1960	1900
	GSP Syst., 37 mm	Filtr. direkt	35 l	1033			
	GSP Syst., 37 mm	Filtr. direkt	52,5 l		930		
6	LKS 30	Imp.	50 l	2100	2000	1840	1620
7	MBASS 30	Imp.	50 l	2200	2340	1600	1660
	MBASS 30, 80 mm	Filtr. indirekt	1581 l	0	0		
8	LKS 30	Imp.	50 l	2260	2000	1740	1980
10	MBASS 30	Imp.	50 l	1840	2100	2180	1920
11	LKS 30	Imp.	50 l	2000	1940	1680	1560
12A	MBASS 30	Imp.	50 l	1920	2300	1520	2060
	GSP-10, 37 mm	Filtr. indirekt	594 l	0			
12B	GSP-10, 37 mm	Filtr. Indirekt	593 l	0			
13	MAS 100	Imp.	50 l	2260	2180	1720	1800
14	MBASS 30	Imp.	50 l	2500	2560	2200	2000
15	LKS 30	Imp.	50 l	2020	1680	1440	1920
16	LKS 30	Imp.	50 l	2080	2380	2020	1960
17	MBASS 30	Imp.	50 l	2000	1900	2060	2140
18	LKS 30	Imp.	50 l	1760	2120	2000	1340
19	MBASS 30	Imp.	50 l	2240	1980	1600	1760
20	MD-8, 80 mm	Filtr. indirekt	1000 l	0			
	MD-8, 80 mm	Filtr. indirekt	2000 l		0		
21	LKS 30	Imp.	50 l	2060	1740	2000	1980
22	MBASS 30	Imp.	50 l	1720	2120	2000	1900
23	MBASS 30	Imp.	50 l	Nährmedien wurden nicht beaufschlagt			
24	LKS 30	Imp.	50 l	1940	1800	1700	1640
25	LKS 30	Imp.	50 l	2200	1840	1880	1660
26	MBASS	Imp.	50 l	2160	2440	1700	1800
27	LKS 30	Imp.	51 l	1765	1647		
		Imp.	50 l			2040	1700
28	LKS 30	Imp.	60 l	2083			
		Imp.	50 l		2040		
		Imp.	54 l			1759	
		Imp.	50 l				1840
29	MBASS 30	Imp.	50 l	2260	2040	1969	1969
30	LKS 30	Imp.	50 l	2140	1700	1720	1840
31	MBASS 30	Imp.	50 l	1980	1800	1700	1700
32	FH 2	Imp.	100 l	wegen Überbelegung nicht auswertbar			
33	Spin Air	Imp.	50 l	1860	1660	2000	2280
34	MBASS 30	Imp.	50 l	2380	2300	2100	2200
35	GS100	Imp.	50 l	2500	2760	2700	1900
36	MBASS 30	Imp.	50 l	2300	2120	2260	1820
37	MBASS 30	Imp.	50 l	2240	2240	1920	2000
	MBASS 30, 80 mm	Filtr. indirekt	500 l	0			
38	MAS 100	Imp.	50 l	2400	2120	2180	1980
39	MAS 100 Eco	Imp.	50 l	2800	2340	2160	2140

Tab. 2 Ergebnisse der vom LGA aufgearbeiteten Nährmedien und Filter

Teilnehmer / Platz-Nr.	Gerät / Filter	Verfahren	Volumen	Gesamt-KBE/m <sup>3</sup> (eigenes Labor)	
				1. Mess.	2. Mess.
12A	MBASS 30	Imp.	50 l	1880	1800
	GS50-3/C, 80 mm	Filtr. indirekt	2987 l	1587	
	APC PNA 384, 37 mm	Filtr. indirekt	594 l	791	
	APC PNA 384, 37 mm	Filtr. indirekt	593 l		936

Tab. 3 Ergebnisse aufgearbeiteter Nährmedien und Filter eines Teilnehmer-Labors

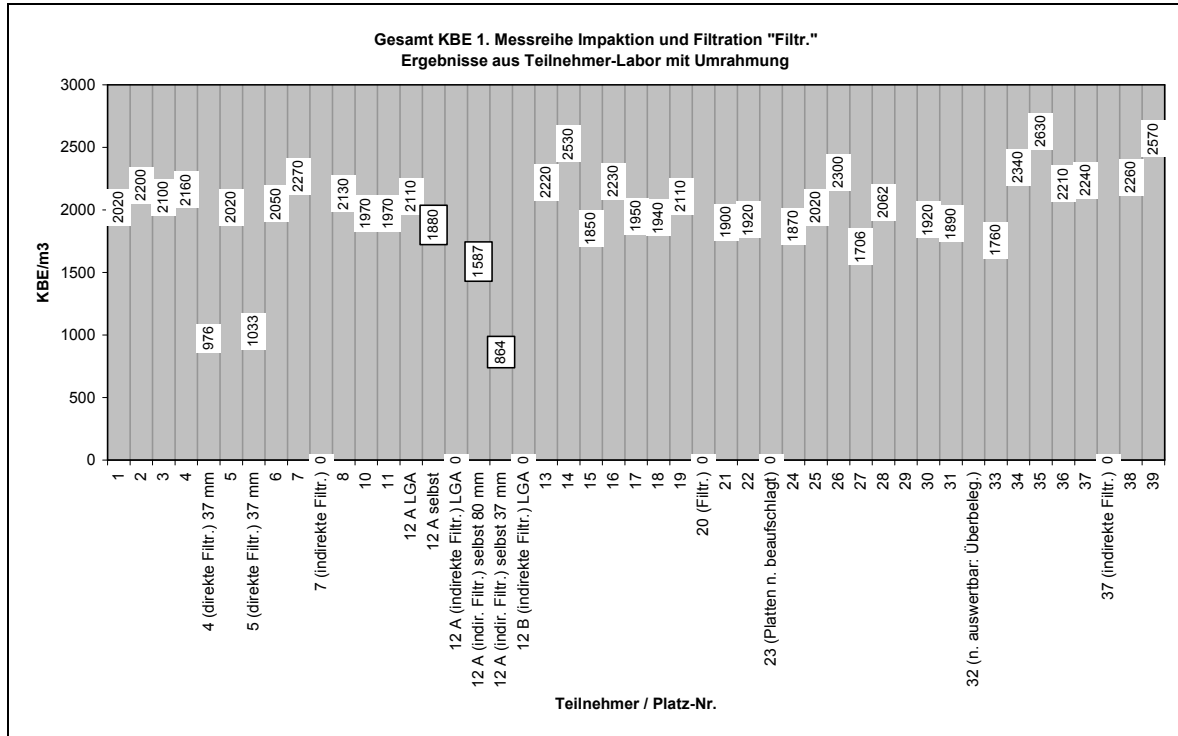


Abb. 1 Ergebnisse des LGA aus 1. Messreihe (Impaktion 50 Liter) sowie Filtration und Ergebnisse eines Teilnehmer-Labors (mit Umrahmung)

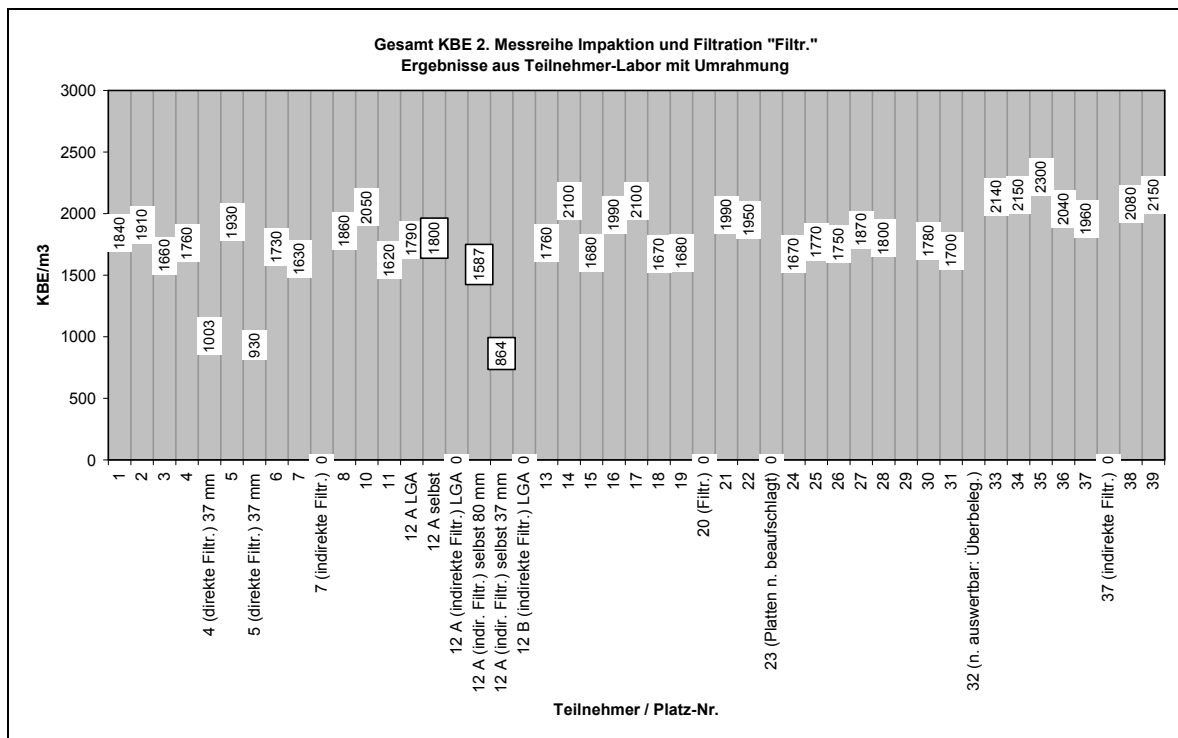
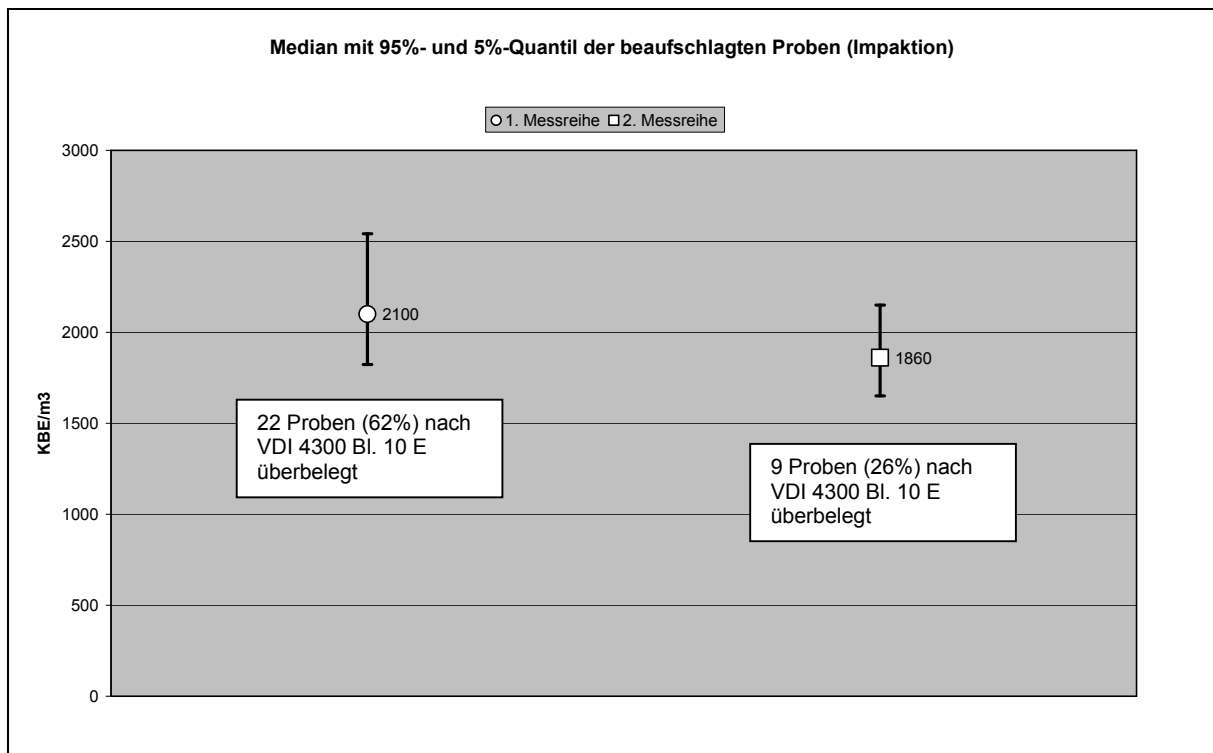


Abb. 2 Ergebnisse des LGA aus 2. Messreihe (Impaktion 50 Liter) sowie Filtration und Ergebnisse eines Teilnehmer-Labors (mit Umrahmung)

Die Ergebnisse der Teilnehmer, die mittels Impaktionsverfahren Nährmedien beaufschlagten, liegen bei beiden Messreihen mit geringer Standardabweichung (10 %) nahe beieinander. (Ausnahmen: 1 Teilnehmer mit unbeaufschlagten Nährmedien, 1 Teilnehmer ohne 50 Liter-Proben). In der 2. Messreihe (s. Abb. 2) wurden tendenziell weniger KBE nachgewiesen, als in der 1. Messreihe (s. Abb.1). Dieser Trend wurde bereits in vorherigen Versuchen beobachtet, ist jedoch derzeit nicht interpretierbar. Aus Abb. 3 ist zu entnehmen, dass ein erheblicher Anteil der beaufschlagten Nährmedien überbelegt war. Nach Vorgabe der VDI 4300 Bl. 10 (Entwurf) sollten Nährmedien mit einem Durchmesser von 80 mm nur dann zur Auswertung herangezogen werden, wenn die Belegungsdichte in einem Bereich zwischen 10 bis 100 KBE liegt. Dieser Bereich wurde in der 1. Messreihe bei 22 Proben (62 %), in der 2. Messreihe bei 9 Proben (26 %) aus jeweils 35 ausgewerteten Proben überschritten.



**Abb. 3 Impaktion (50 Liter), Median 1. und 2. Messreihe im Vergleich**

Die mittels Filtration (direktes Verfahren) beaufschlagten Filter (2 Teilnehmer) lieferten im Resultat deutlich geringere Gesamt-KBE Zahlen als die Impaktion. Die Verlässlichkeit der Ergebnisse ist jedoch durch die hohe Überbelegung der kleinen Filter eingeschränkt (s. Abschnitt "Bewertung").

Die Aufarbeitung der Gelatinefilter (indirektes Verfahren) durch das LGA erbrachte bei den durch 4 Teilnehmer beaufschlagten Filtern keinen Pilznachweis. Auf Parallelproben, die ein Teilnehmer für die Untersuchung im eigenen Labor entnommen hat, waren Sporen nachweisbar (s. Abb. 1 und 2, umrahmte Einträge).

#### 4. Bewertung

Unter Berücksichtigung der Einschränkungen durch die durchweg hohe Belegungsdichte der Nährmedien lassen sich aus den Ergebnissen des 3. Ringversuchs folgende Aussagen treffen:

- Die Ergebnisse (Gesamt-KBE) der Proben, die mittels Impaktion beaufschlagt wurden, zeigen eine gute Übereinstimmung (Standardabweichung 10 %). Das Verfahren ist allerdings an die Grenze der Leistungsfähigkeit gelangt, da das Probenahmenvolumen nicht unter 50 Liter reduziert werden kann, um der Überbelegung bei hohen Sporenkonzentrationen entgegenzuwirken. Eine verlässliche Quantifizierung unterschiedlicher Spezies war durch die Dominanz einer Gattung (90 % *Cladosporium*) bei hoher Plattenbelegung (um 100 KBE) nicht möglich.
- Die mittels direktem Verfahren aufgearbeiteten Cellulosenitratfilter (Ø 37 mm) waren durch die Beaufschlagung ebenfalls überbelegt. In Analogie zu den 80 mm durchmessenden Nährmedien (max. 100 KBE auf 50 cm<sup>2</sup>) dürften die Cellulosenitratfilter nur mit rund 20 KBE (bei 11 cm<sup>2</sup> Filterfläche) beaufschlagt werden. Tatsächlich waren mindestens 30 KBE (35 Liter) bzw. mindestens 50 KBE (53 Liter) identifizierbar.
- Aus dem Widerspruch bezüglich der Filterauswertung (indirektes Verfahren) zwischen den Ergebnissen des LGA und eines Teilnehmer-Labors ist zu folgern, dass sich eine lange Standzeit der beaufschlagten Filter zwischen Probenahme und Aufarbeitung auf das Resultat der Messung auswirkt und im ungünstigen Fall zu drastischen Minderbefunden führt. Weiterhin scheint die Art der Probenahme (Filterdurchmesser, Durchflussrate) Einfluss auf das Ergebnis zu haben.
- Die beiden Probenahmeverfahren *Impaktion* und *Filtration* unterscheiden sich u.a. durch die Art der Sporenabscheidung, das Probeluftvolumen, die Probenahmezeit sowie die Probenaufarbeitung. Daraus resultieren Unterschiede, die je nach Fragestellung, Sporenkonzentration oder Sporenzusammensetzung von Vorteil für ein Verfahren sind oder sich nachteilig auswirken können. Die Einsatzbereiche beider Probenahmeverfahren sind demnach nicht identisch und die Leistungsfähigkeit des anzuwendenden Verfahrens sollte unter Berücksichtigung der gegebenen Randbedingungen hinterfragt werden. Unter welchen Bedingungen es sinnvoll ist Resultate beider Verfahren direkt miteinander zu vergleichen, kann abschließend nicht beurteilt werden.