

Auswertung des 13. VDB-Ringversuchs 2020

Probenaustausch von beladenen Objektträgern

Grundlagen zum Design des Ringversuches

Die Auswertung des ersten VDB-Ringversuches zur Gesamtsporenauswertung [1] ergab, dass die z.T. große Streuung der Ergebnisse der Teilnehmer weniger auf die zufälligen Fehler der Probenahme zurückzuführen sind, sondern auf die Auswertung der beaufschlagten Objektträger im Labor. Die Messunsicherheit der Auswertung kann folgende Gründe haben:

- Die Verteilung der Sporen(anzahl) in der Luft entspricht nur bei hohen Konzentrationen annähernd einer (symmetrischen) Normalverteilung. Bei geringeren Konzentrationen in der Luft entspricht die Verteilung der Sporenzahlen auf dem damit beaufschlagten Objektträger einer (schief verteilten) Poisson-Verteilung, d. h. die Annahme einer Normalverteilung ist nicht erfüllt.
- Morphologische Beschreibung und Zuordnung unterschiedlicher Partikel auf dem Objektträger zu einem Schimmelpilztyp ist aufwendig und schwierig.
- Im Gegensatz zur Identifizierung von innenraumrelevanten Schimmelpilzen anhand morphologischer Merkmale nach einer Kultivierung gibt es für die direktmikroskopische Identifizierung anhand morphologischer Merkmale der Sporen aus der Luft derzeit keine darauf abgestimmte Bestimmungsliteratur.
- Die Auswertung von beaufschlagten Objektträger setzt eine lange praktische Erfahrung des Labors und der jeweilige Mitarbeiter voraus, welche mutmaßlich nicht in jedem Fall gegeben ist.
- Die Auswertung der Gesamtsporen erfolgt mutmaßlich in den einzelnen Laboren nicht einheitlich, d.h. das methodische Vorgehen bei der Auswertung ist unterschiedlich.

Der VDB hat die Notwendigkeit erkannt, dass die Labore eine Möglichkeit erhalten müssen ihre Ergebnisse überprüfen zu können und bietet daher seit vielen Jahren einen Ringversuch zur Gesamtsporenauswertung an. In den vergangenen Jahren wurden bereits verschiedene Strategien überprüft, um einen möglichst nachvollziehbaren Laborvergleich anbieten zu können. Dazu gehörte auch der Versuch die Beaufschlagung der Objektträger in einem Windkanal durchzuführen, um Proben mit bekannter Zusammensetzung und Konzentration verwenden zu können. Leider haben sich auch bei diesem Versuch Probleme ergeben, so dass im vorherigen Ringversuch wie auch in diesem Jahr eine reale Probe verwendet wurde, deren Zusammensetzung und Konzentration von einer Gruppe von Referenzlaboren zuvor bestimmt worden war.

Der VDB hat folgende Referenzlabore benannt:

Umweltmykologie GmbH
Dr. Christoph Trautmann
10961 Berlin

Labor Richardson
Michael Mehring
58452 Witten

Wartig Nord GmbH Beraten Planen Begutachten und Wartig Nord Analytik GmbH
Chris Gundlach
22763 Hamburg

Aus der Auswertung des 12. VDB-Ringversuchs 2019 Probenaustausch [2] von beladenen Objektträgern ergaben sich folgende Aufgabenstellungen:

- Qualifizierung der Labore, die in der Routine Gesamtsporenauswertungen durchführen
- Angebot für eine externe Qualitätssicherung der Labore
- Erarbeitung neuer Kriterien zur Bewertung des Ringversuchs unter Berücksichtigung der Konzentration der Schimmelpilzsporen und der Bewertungsrelevanz bezüglich der Wahrscheinlichkeit eines Schimmelpilzbefalls bzw. der Kontrolle einer sachgerechten Schimmelpilzschadensanierung
- Überlegungen und Untersuchungen zur Messunsicherheit der Methode
- Optimierung der Versiegelung der Objektträger
- Methodische Überlegungen zur Verbesserung der Vergleichbarkeit der Methode.

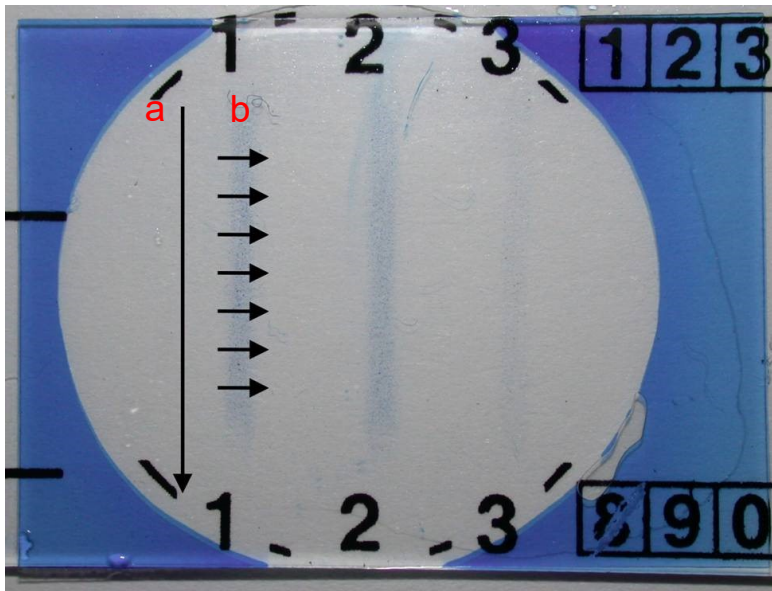
Prüfung der Verteilung der Sporen auf der Längsspur

Die mikroskopische Auswertung der Sammelspur im Ringversuch beträgt 1,1 x 16 mm. Erfolgt die Auswertung des Objektträgers mit einem 100er Objektiv und einem Gesichtsfelddurchmesser bzw. Höhe des Zählfeldes von 200 µm so sind 80 Querspuren erforderlich, um die gesamte Sammelspur auszuwerten.

Abbildung 1:

*a) Systematische Darstellung der Auswertung einer Gesamtsporensammlung
Längsspur 16 mm bei einem Gesichtsfelddurchmesser bzw. Höhe des Zählfeldes von 200µm
entspricht dies 80 Querspuren*

b) Detailauswertung eines Spuranteils (1.000-fache Vergrößerung)



Unter Berücksichtigung der Verteilung der Sporen, die auf dem Objektträger teilweise Poisson verteilt sind, war zu prüfen, wie stark die Abweichungen der Ergebnisse innerhalb eines Labors und zwischen den einzelnen Laborteilnehmern des Ringversuchs sein können. In Anlehnung an die Erfahrungen aus einem UFOPLAN - Projekt des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Innenraum 2004 [3, 4] wurde die gesamte Spur (76 bzw. 80 Querspuren) von zwei Objektträgern durch ein Referenzlabor ausgewertet.

Die Abbildungen 2 und 3 verdeutlichen die Streuung der Ergebnisse der einzelnen Querspuren.

Abbildung 2: Streuung (Variation) der Anzahl der ermittelten Sporen der einzelnen Schimmelpilztypen auf 76 Querspuren bei der Probe 1

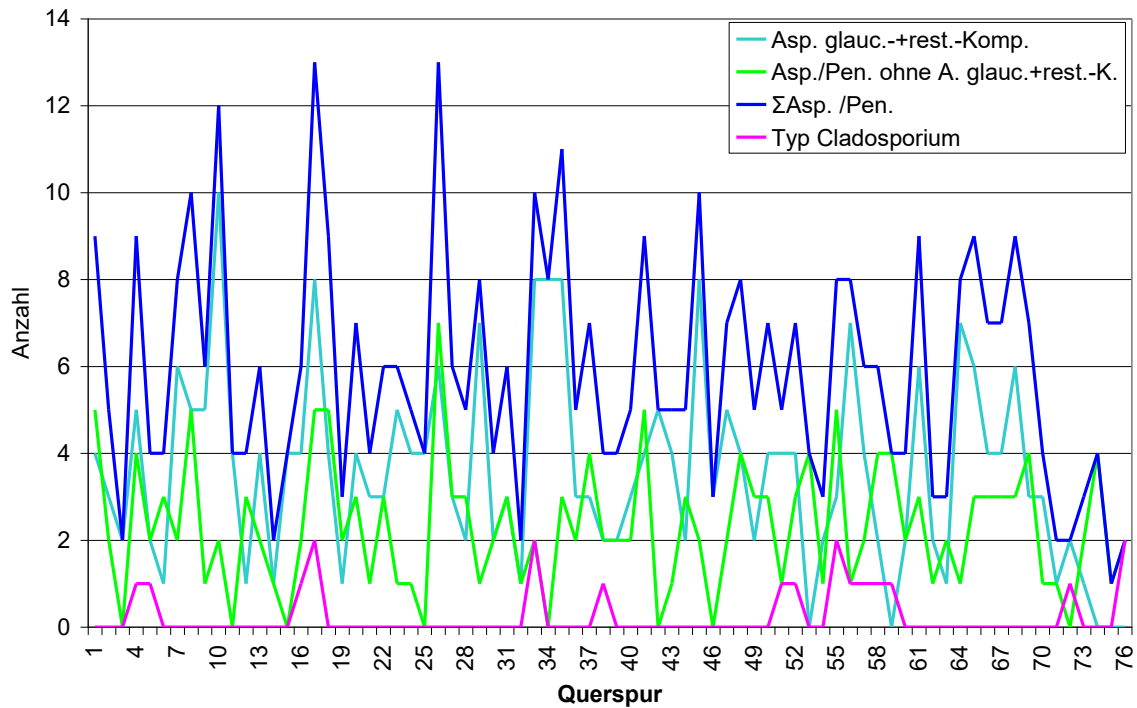
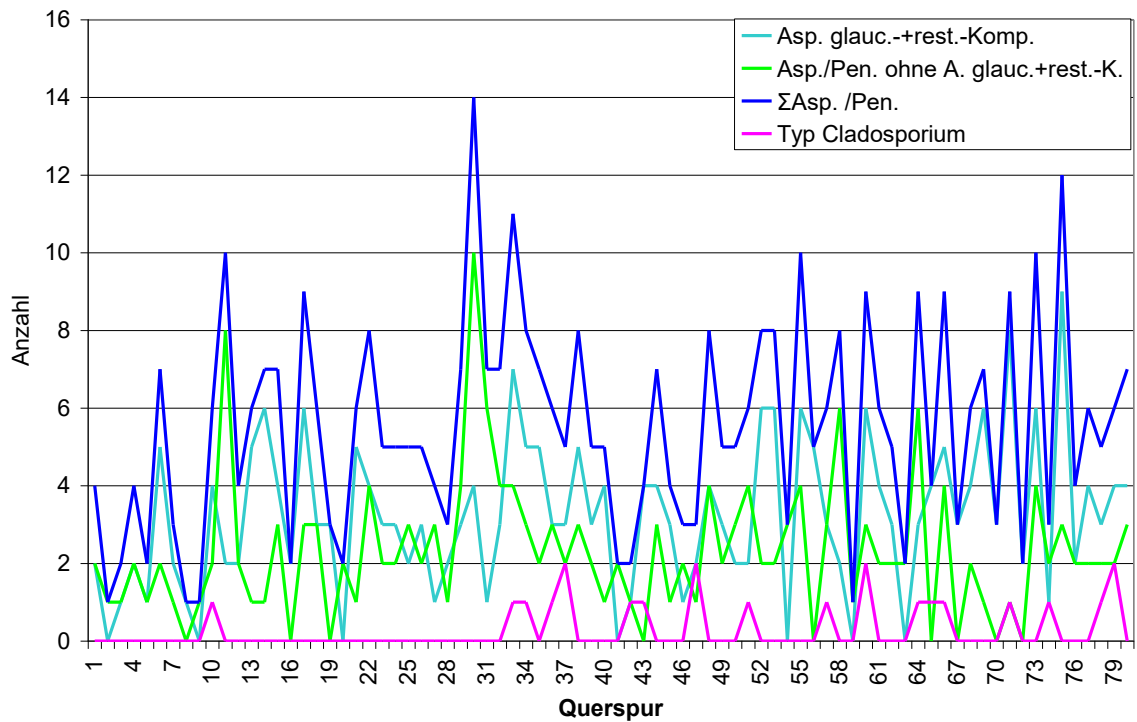


Abbildung 3: Streuung (Variation) der Anzahl der ermittelten Sporen der einzelnen Schimmelpilztypen auf 80 Querspuren bei der Probe 2



Die Abbildungen verdeutlichen die relativ große Streuung der ermittelten Sporenanzahl der verschiedenen Schimmelpilztypen zwischen den einzelnen Querspuren. Die Streuung ist auch bei den verschiedenen Sporentypen unterschiedlich. Beim Sporentyp *Cladosporium* ist zu erkennen, dass eine quantitative Ermittlung der Sporenanzahl praktisch so kaum möglich ist, da die Sporen in einem sehr niedrigen Konzentrationsbereich vorliegen. Es ist auch zu erkennen, dass an den Rändern der Längsspur die Anzahl der Sporen etwas anders verteilt ist als im mittleren Bereich. Dies zeigen auch die Abbildungen 4 und 5, in denen die Werte von 10 Einzelspuren jeweils zusammengefasst und gemittelt wurden. Auch diese Ergebnisse zeigen die z.T. große Streuung der Ergebnisse, die unterschiedliche prozentuale Zusammensetzung des ausgewerteten Probenbereichs und die Unterschiede zwischen den Randbereichen der Längsspur und dem Mittelbereich.

Abbildung 4: Mittelwert von je 10 aufeinander folgenden Querspuren der Probe 1

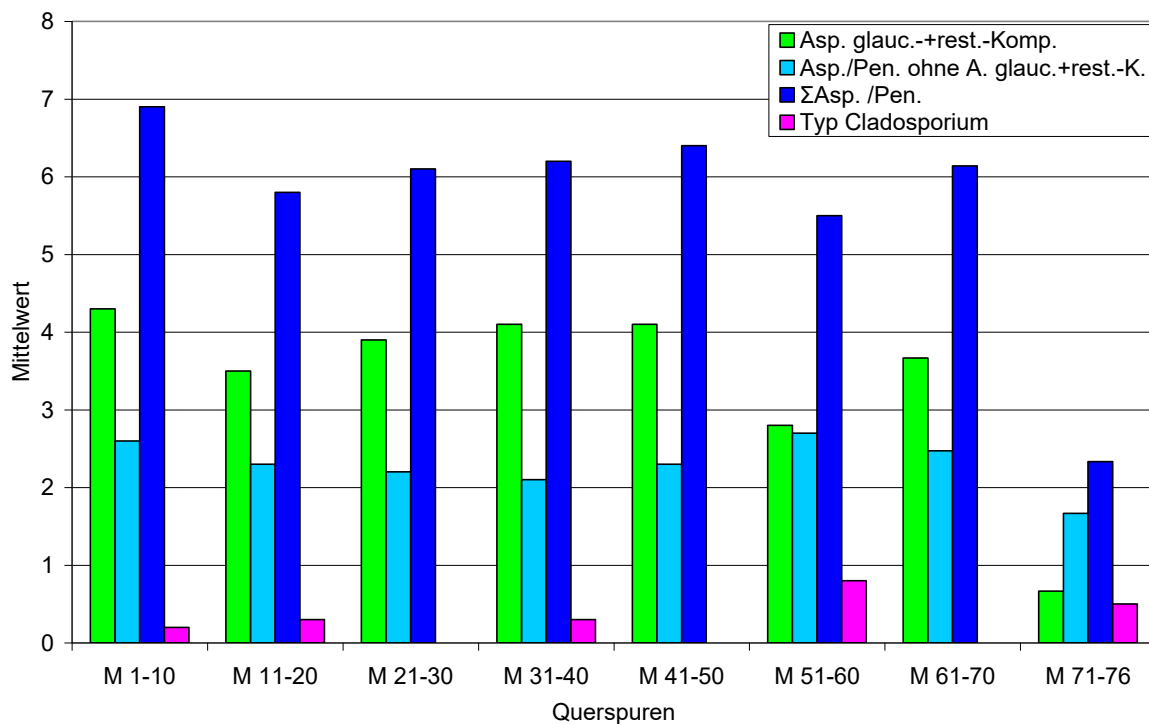
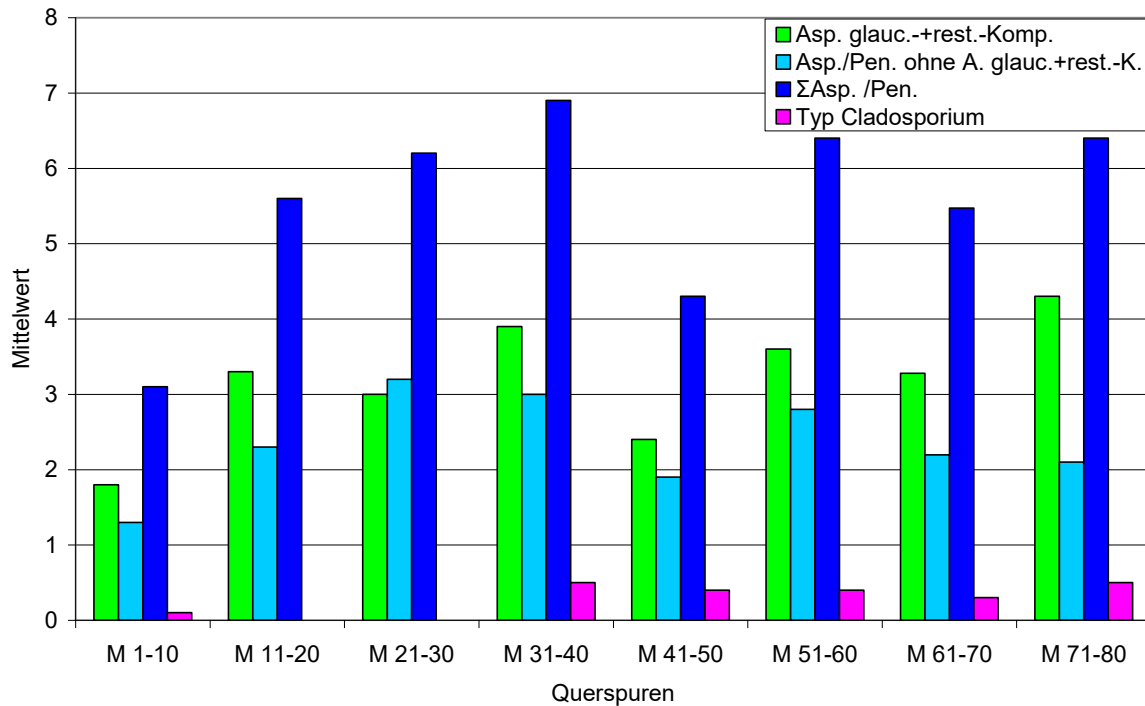
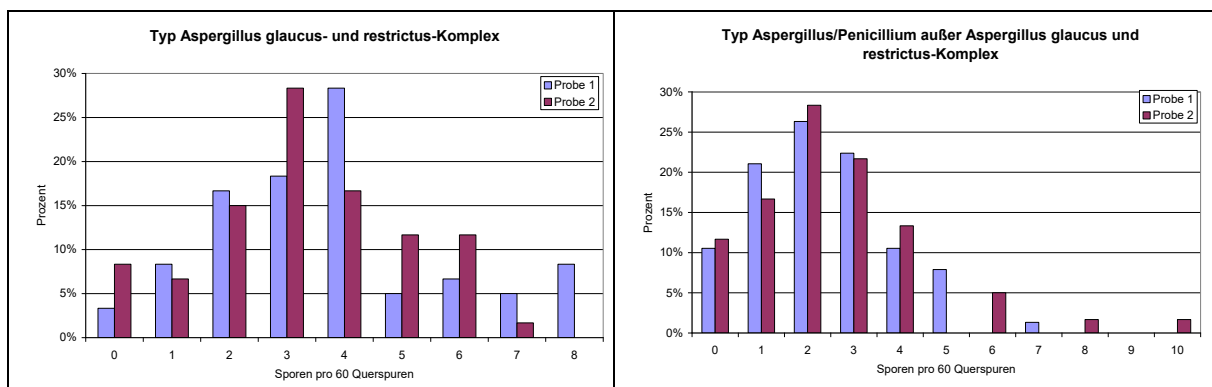


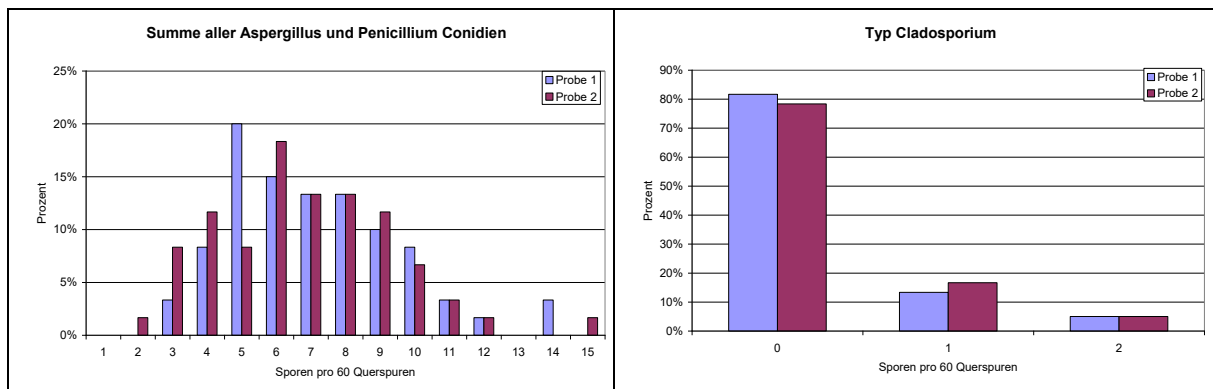
Abbildung 5: Mittelwert von je 10 aufeinander folgenden Querspuren der Probe 2



Die 60 Querspuren der mittleren 76 bzw. 80 Querspuren wurden für die weiteren Betrachtungen herangezogen. Um beurteilen zu können, ob die verschiedenen Schimmelpilztypen in Form einer (symmetrischen) Normalverteilung oder eher einer (schief verteilten) Poisson-Verteilung auf dem damit beaufschlagten Objektträger vorliegen, wurde die Häufigkeitsverteilung der Sporen vom Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, vom Typ *Aspergillus/Penicillium* außer *Aspergillus glaucus* und *restrictus*-Komplex, von Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und vom Typ *Cladosporium* untersucht.

Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung vom Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, vom Typ *Aspergillus/Penicillium* außer *Aspergillus glaucus* und *restrictus*-Komplex, von Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und vom Typ *Cladosporium* auf den Objektträgern 1 und 2





Die Häufigkeitsverteilung in Abbildung 6 zeigt, dass beim Sporentyp *Cladosporium* keine (symmetrische) Normalverteilung, sondern eine Poisson-Verteilung vorliegt. Bei den drei anderen Schimmelpilztypen liegt dagegen annähernd eine Normalverteilung vor. Aus diesem Grunde erschien es nicht sinnvoll den Sporentyp *Cladosporium* im Ringversuch mit auszuwerten.

Untersuchungen zur Abschätzung der Messunsicherheit

Um die Messunsicherheit der Gesamtsporenauswertung besser beurteilen zu können, wurden durch Zufallszahlen die zur weiteren Berechnung verwendeten Querspuren ermittelt. Hierzu wurde 60-mal der Mittelwert von 30, 20, 10 und 5 Querspuren ermittelt.

Abbildung 7: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von je 30 zufällig ausgewählten Querspuren der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus*/*Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 1. Die Mittelung von 30 Werten führt erwartungsgemäß zu einer Reduktion der Streuung (Variation).

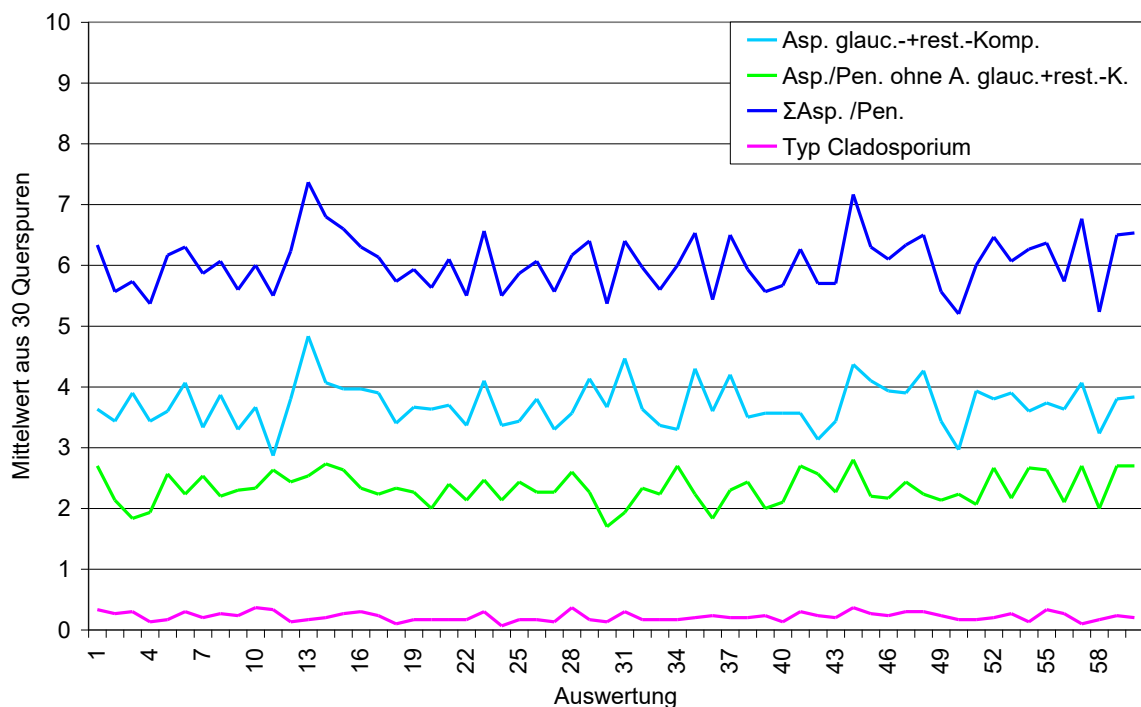


Abbildung 8: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von je 30 zufällig ausgewählten Querspuren der Sporentypen Typ Aspergillus glaucus- und restrictus-Komplex, Aspergillus/Penicillium außer A. glaucus und restrictus-Komplex, Summe aller Aspergillus und Penicillium Conidien und Typ Cladosporium der Probe 2

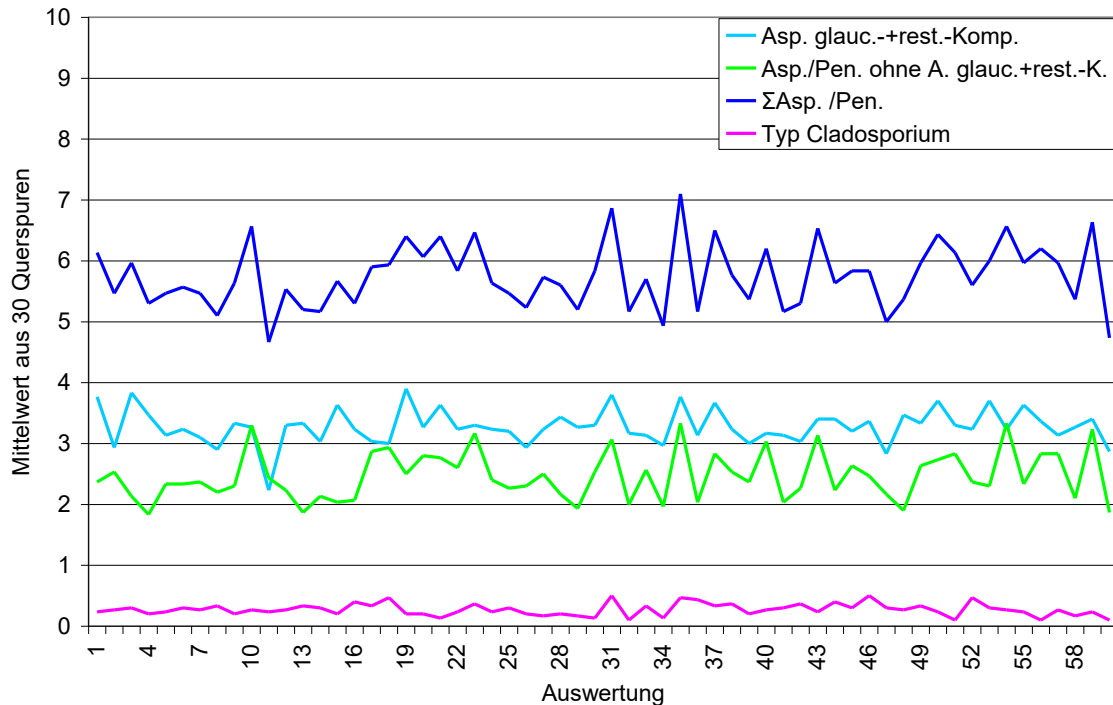


Abbildung 9: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von je 20 zufällig ausgewählten Querspuren der Sporentypen Typ Aspergillus glaucus- und restrictus-Komplex, Aspergillus/Penicillium außer A. glaucus und restrictus-Komplex, Summe aller Aspergillus und Penicillium Conidien und Typ Cladosporium der Probe 1

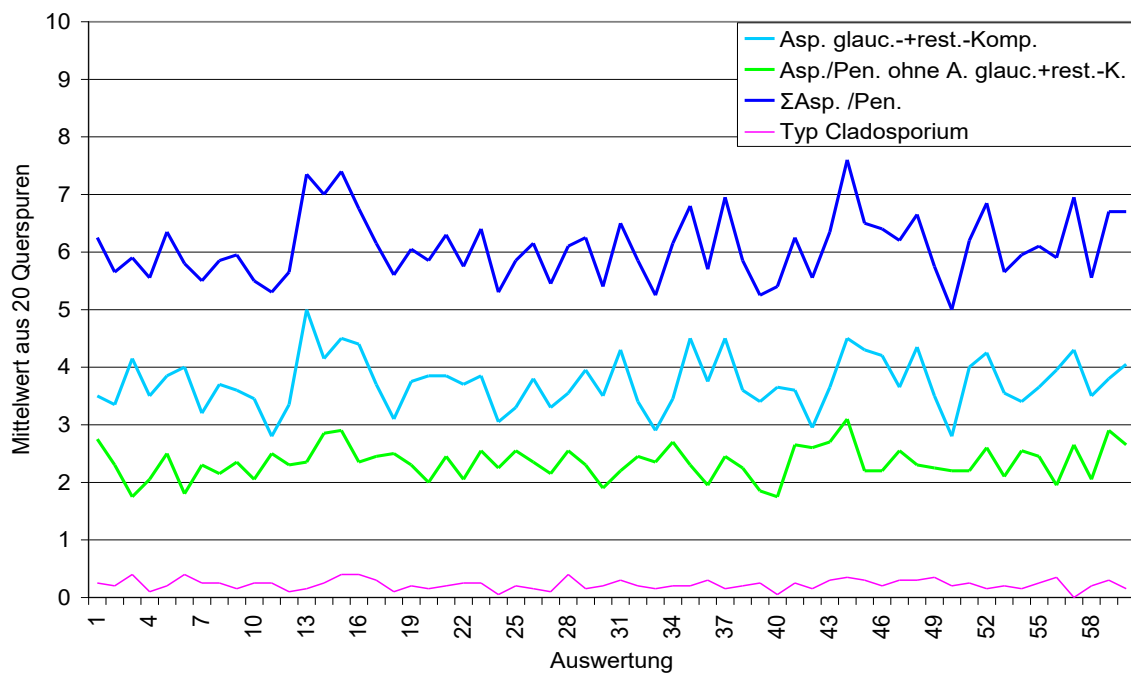


Abbildung 10: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration **von je 20 zufällig ausgewählten Querspuren** der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 2

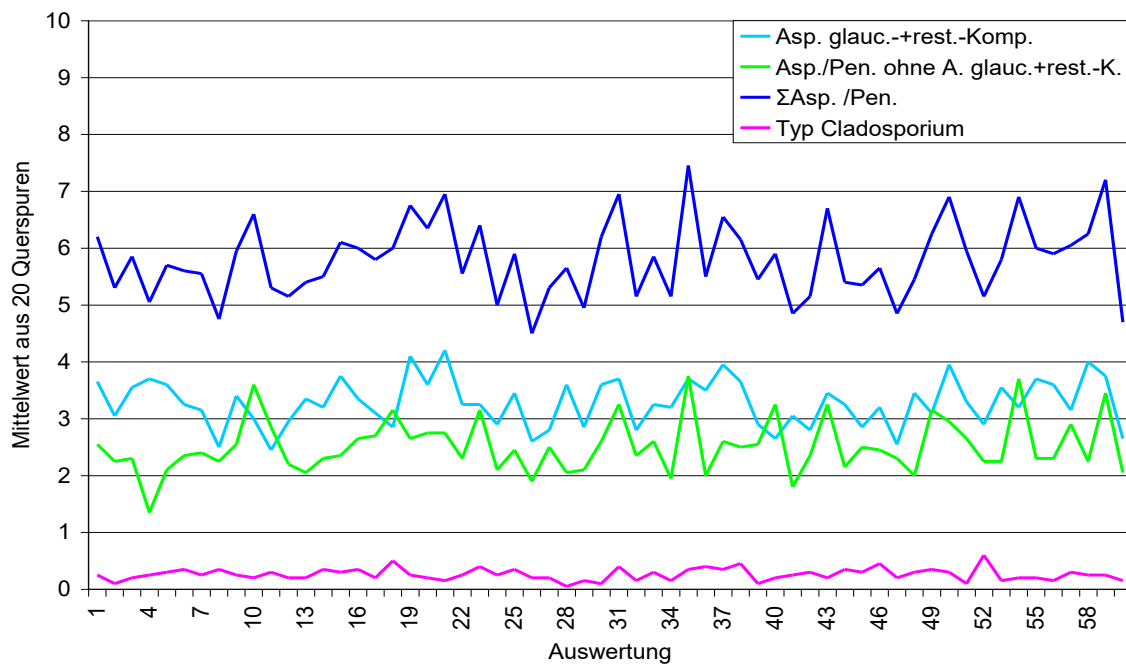


Abbildung 11: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration **von je 10 zufällig ausgewählten Querspuren** der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 1

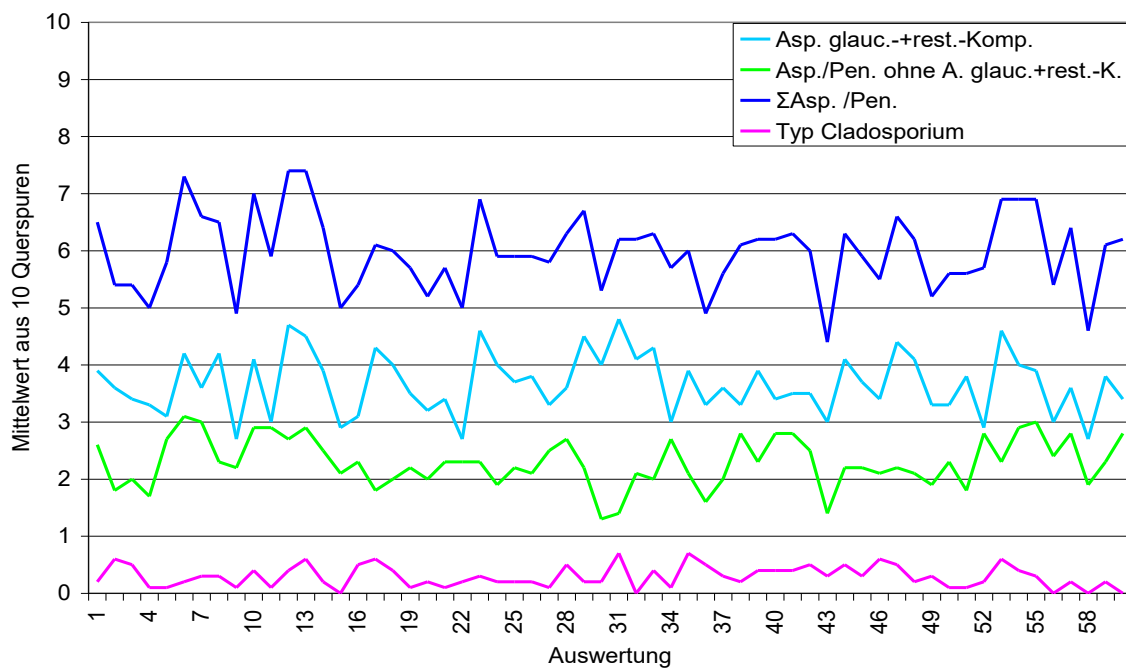


Abbildung 12: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration **von je 10 zufällig ausgewählten Querspuren** der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 2

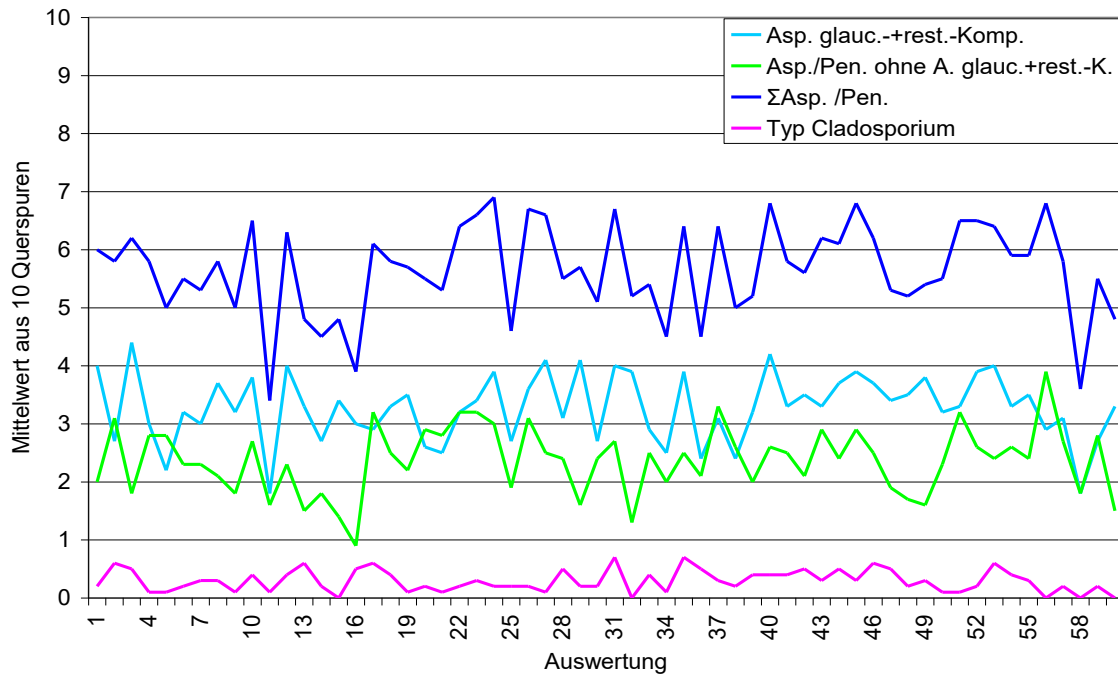


Abbildung 13: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration **von je 5 zufällig ausgewählten Querspuren** der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 1

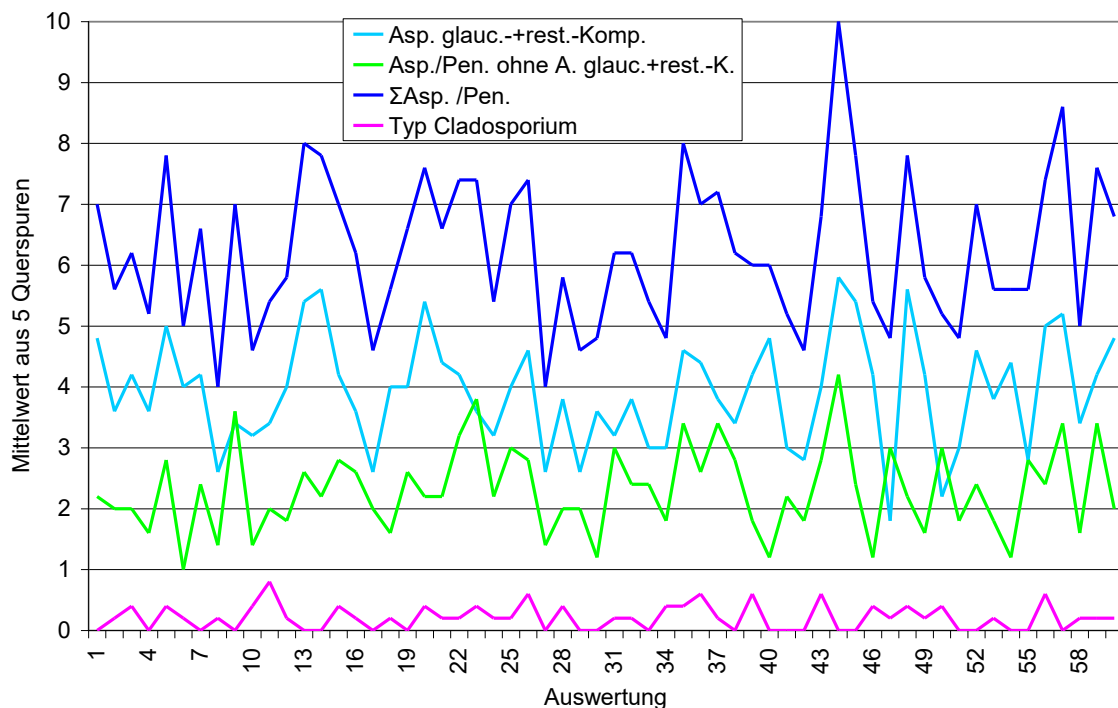
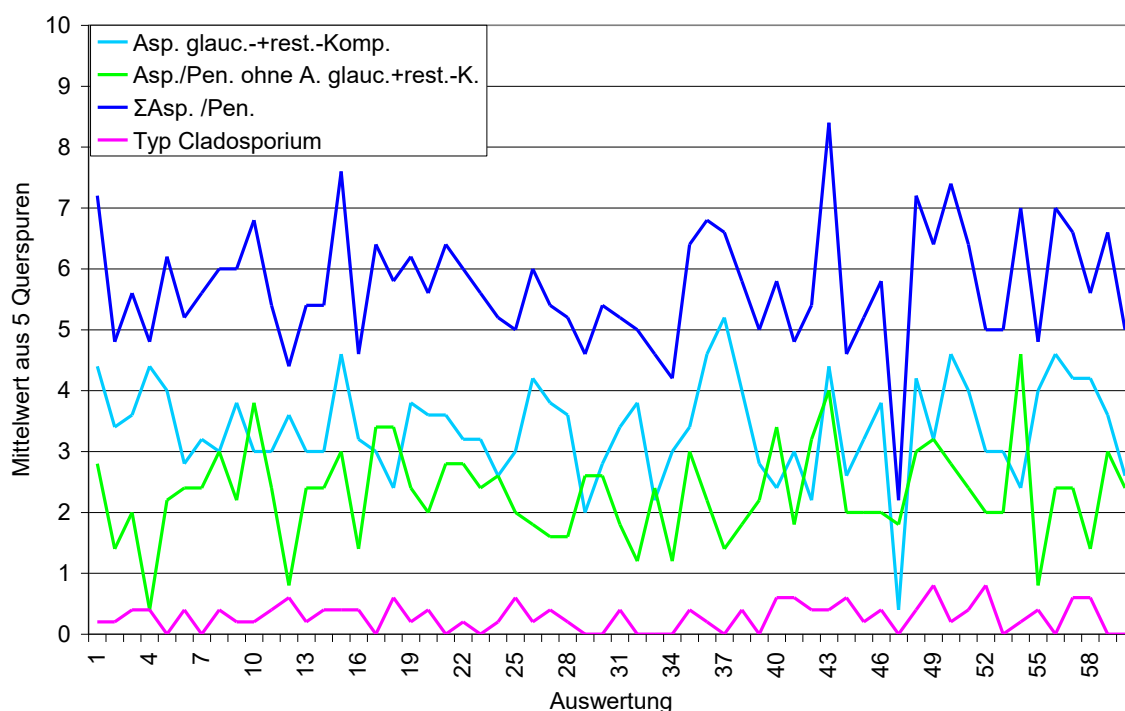


Abbildung 14: Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von je 5 zufällig ausgewählten Querspuren der Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/**Penicillium* außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien und Typ *Cladosporium* der Probe 2



Tab. 1: Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse der Probe 1 eines Referenzlaborlabors

	Typ <i>Aspergillus glaucus</i> - und <i>restrictus</i> -Komplex			Aspergillus/ <i>Penicillium</i> außer <i>A. glaucus</i> und <i>restrictus</i> -Komplex			Summe aller Aspergillus und <i>Penicillium</i> Conidien			Typ <i>Cladosporium</i>		
Einzelwerte von 60 ausgewählte Querspuren												
	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.
	3,77	3	+54	2,33	2	+63	6,10	6	+40	0,23	0	+226
Gemittelte Konzentration von 6 mal 10 der 60 Querspuren Probe 1												
	3,68	4	+12	2,35	2	+8	6,02	6	+5	0,23	0	+123
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 30 Querspuren Probe 1												
Mittelwert	3,72			2,33			6,05			0,22		
STABW-rel.	+9,81			+11,18			+7,60			+32,94		
Max	4,83			2,80			7,37			0,37		
Min.	2,87			1,70			5,20			0,07		
Spanne	1,97			1,10			2,17			0,30		
%	52,94			47,21			35,84			137		

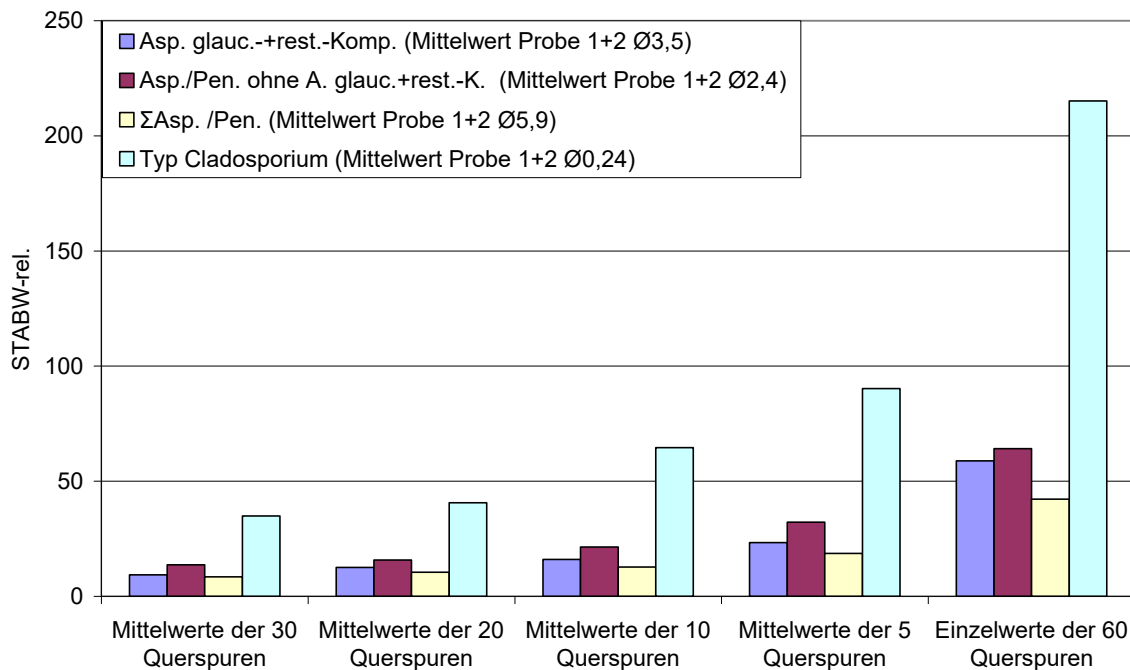
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 20 Querspuren Probe 1				
Mittelwert	3,74	2,35	6,08	0,22
STABW-rel.	±12,35	±12,45	±9,44	±40,77
Max	5,00	3,10	7,60	0,40
Min.	2,80	1,75	5,00	0,00
Spanne	2,20	1,35	2,60	0,40
%	58,89	57,57	42,76	179
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 10 Querspuren Probe 1				
Mittelwert	3,67	2,30	5,97	0,29
STABW-rel.	±14,40	±18,51	±11,20	±64,54
Max	4,80	3,10	7,40	0,70
Min	2,70	1,30	4,40	0,00
Spanne	2,10	1,80	3,00	0,70
%	57,17	78,26	50,22	240
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 5 Querspuren Probe 1				
Mittelwert	3,93	2,31	6,24	0,21
STABW-rel.	±22,83	±30,71	±19,75	±99,90
Max	5,80	4,20	10,00	0,80
Min.	1,80	1,00	4,00	0,00
Spanne	4,00	3,20	6,00	0,80
%	101,78	138,53	96,15	387

Tab. 2: Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse der Probe 2 eines Referenzlabors

	Typ Aspergillus glaucus- und restrictus-Komplex			Aspergillus/ Penicillium außer A. glaucus und restrictus-Komplex			Summe aller Aspergillus und Penicillium Conidien			Typ Cladosporium		
Einzelwerte von 60 ausgewählte Querspuren												
	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.	Mit.	Med.	STABW-rel.
	3,28	3	±53	2,52	2	±75	5,80	6	±43	0,27	0	±203
Gemittelte Konzentration von 6 mal 10 der 60 Querspuren Probe 2												
	3,25	3	±14	2,57	2	±18	5,81	6	±14	0,27	0	±73

Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 30 Querspuren Probe 2				
Mittelwert	3,28	2,47	5,75	0,27
STABW-rel.	±8,77	±16,18	±9,25	±36,78
Max	3,90	3,33	7,10	0,50
Min.	2,23	1,83	4,67	0,10
Spanne	1,67	1,50	2,43	0,40
%	50,83	60,74	42,33	147,54
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 20 Querspuren Probe 2				
Mittelwert	3,28	2,52	5,80	0,26
STABW-rel.	±12,67	±19,01	±11,42	±40,53
Max	4,20	3,75	7,45	0,60
Min.	2,45	1,35	4,50	0,05
Spanne	1,75	2,40	2,95	0,55
%	53,35	95,33	50,88	210,86
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 10 Querspuren Probe 2				
Mittelwert	3,28	2,37	5,65	0,29
STABW-rel.	±17,67	±24,36	±14,16	±64,54
Max	4,40	3,90	6,90	0,70
Min.	1,80	0,90	3,40	0,00
Spanne	2,60	3,00	3,50	0,70
%	79,35	126,40	61,95	240,00
Mittels Zufallszahlen ermittelte Konzentration von 60 x 5 Querspuren Probe 2				
Mittelwert	3,38	2,31	5,69	0,28
STABW-rel.	±23,81	±33,61	±17,41	±80,60
Max	5,20	4,60	8,40	0,80
Min.	0,40	0,40	2,20	0,00
Spanne	4,80	4,20	6,20	0,80
%	142,01	181,56	108,90	285,71

Abbildung 15: Abhängigkeit der Streuung von der Anzahl der ausgewerteten Querspuren und von der Konzentration



Schlussfolgerung

Aus diesen Ergebnissen kann für die routinemäßige Untersuchung abgeschätzt werden, dass sich bei einer fachgerechten Auswertung von 30 Querspuren, bei einem Probevolumen von 200 l und einer Konzentration von 400 Sporen/m³ (also in etwa 80 Sporen auf der gesamten Spur) theoretisch jeweils eine Spore je Querspur mit einer Messunsicherheit von ca. ±30% bestimmen lässt. Sollen 100 Sporen/m³ nachgewiesen werden, entspräche das bei einem Probevolumen von 200 l einem Mittelwert von 0,25 Sporen von 30 Querspuren.

Die Anzahl der in der Routine für eine Auswertung erforderlichen Querspuren ist also abhängig von der vorliegenden Sporenkonzentration. Ein mikrobiologisches Labor sollte daher überschlagmäßig den Mittelwert der auswertungsrelevanten Sporentypen von 10 Spuren ermitteln. Liegt dieser Wert unter 0,5 pro Sporentyp, sollten 30 Querspuren ausgewertet und angegeben werden; das ermittelte Ergebnis ist jedoch semiquantitativ. Liegt der Mittelwert der auswertungsrelevanten Sporentypen im Bereich zwischen 0,5-1 pro Sporentyp, sollten 30 Querspuren ausgewertet werden. Bei einer Anzahl von größer 1 je auswertungsrelevanten Sporentypen kann die Auswertung von 20 Spuren ausreichen. Diese Werte sollten in den folgenden Ringversuchen verifiziert werden.

Die Bewertungshilfe von Luftproben des Schimmelleitfadens des Umweltbundesamtes 2017 [5] sieht vor, dass Sporen und/oder Myzelstücke in diesem Konzentrationsbereich bewertungsrelevant bestimmt werden (s. Tab.: 3). Dabei sollte berücksichtigt werden, dass bei einer Konzentration von 100 Sporen/m³ die exemplarische ermittelte Messunsicherheit im Bereich von über ±50% liegt.

In den Ringversuchsproben lag die Konzentration des Typs *Cladosporium* in diesem Bereich. Viele Ringversuchsteilnehmer hatten daher Schwierigkeiten diesen Sporentyp in so niedriger Konzentration überhaupt nachzuweisen. Von den Ringversuchsausrichtern wurde daher bei

diesem Ringversuch bewusst darauf verzichtet Sporen des Typs *Cladosporium* zu bestimmen. In folgenden Ringversuchen wird es aber notwendig sein auch Konzentrationen in diesem Bereich zu ermitteln.

Tab. 3: Bewertungshilfe von Luftproben – Gesamtsporensammlung (Sporen oder Myzelstücke/m³) [5]

Sporentyp	Hintergrundbelastung Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle möglich	Innenraumquelle wahrscheinlich
Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen z.B. Typ Ascosporen Typ Alternaria/Ulocladium, Typ Basidiosporen Typ Cladosporium	Die Zählung von Basidio- und Ascosporen typischer Außenluftarten ist für das Aufdecken von Schimmelquellen nicht relevant. Allerdings kann man i.d.R. anhand der Konzentration dieser Sporen den Außenlufteinfluss erkennen und dadurch eine Plausibilitätsprüfung der angegebenen Probenherkunft (Außenluft, Innenraum, Lager, Keller) durchführen. Für die Beurteilung von Sporen der Gattungen Cladosporium und Alternaria/Ulocladium können wegen stark schwankenden Außenluftkonzentrationen, Depotwirkung von Staubbelägen sowie schlechter Sporenfreisetzung bei Innenraumschäden keine allgemeinen Aussagen zu Konzentrationen, die auf einen Schimmelbefall hindeuten, gemacht werden. Bei Verdacht auf Schimmelbefall mit Cladosporien sollte insbesondere geprüft werden, ob außen und innen die gleichen Cladosporientypen vorkommen.		
Typ Penicillium/Aspergillus	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 300 Sporen/m ³ liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 300 Sporen/m ³ und bis zu 800 Sporen/m ³ liegt $A_{\Sigma P+A} + 300 < I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 800$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 800 Sporen/m ³ liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 800$
Andere typische Sporen aus Feuchteschäden Typ Scopulariopsis Typ Acremonium. murorum Typ Paecilomyces Typ Microascus Typ Ascotricha (Typ Alternaria, Typ Ulocladium)	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 100 Sporen/m ³ liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 100$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 100 Sporen/m ³ und bis zu 300 Sporen/m ³ liegt $A_{\Sigma P+A} + 100 < I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 300 Sporen/m ³ liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 300$
Typische Sporen aus Feuchteschäden mit schlechter luftgetragener Verbreitung Typ Chaetomium Typ Stachybotrys Typ Chromelosporium Typ Pyronema	Wenn in der Innenraumluft nicht mehr Sporen als in der Außenluft vorliegen $I_{\text{typFS}} \leq A_{\text{typFS}}$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft bis zu 20 Sporen/m ³ liegt* $A_{\text{typFS}} < I_{\text{typFS}} \leq A_{\text{typFS}} + 20$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 20 Sporen/m ³ liegt* $I_{\text{typFS}} > A_{\text{typFS}} + 20$
Myzelstücke	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 150 Myzelstücken/m ³ liegt $I_{\text{Myzel}} \leq A_{\text{Myzel}} + 150$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 150 Myzelstücken/m ³ und bis zu 300 Myzelstücken/m ³ liegt $A_{\text{Myzel}} + 150 < I_{\text{Myzel}} \leq A_{\text{Myzel}} + 300$	Wenn die Differenz der Konzentration zwischen Innenraumluft und Außenluft über 300 Myzelstücken/m ³ liegt $I_{\text{Myzel}} > A_{\text{Myzel}} + 300$

Die fünf Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten. Die Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter Nutzung oder nutzungähnlichen Umständen in normalen Wohnräumen ohne Staubaufwirbelung entsprechend DIN ISO 16000-20 genommen wurden (siehe auch Anlage 8).

* Konzentrationen von unter 10 Sporen/m³ bzw. unter 5 Sporen/m³ lassen sich bei einem Probevolumen von 100 l bzw. 200 l auch bei Auswertung der Gesamtpur nicht mit einer ausreichenden statistischen Genauigkeit nachweisen, da erst ab einer Anzahl von 10 Sporen pro Objektträger quantitativ ausgewertet werden kann. Trotzdem kann der Nachweis einzelner Sporen dieser Schimmelpilze ein erster Hinweis auf eine mögliche Innenraumquelle sein.

A Konzentration in der Außenluft in Anzahl Sporen/m³,

I Konzentration in der Innenraumlufte in Anzahl Sporen/m³

ΣP+A Summe der Sporen vom Typ *Penicillium* und *Aspergillus*

ΣtypF = Summe der anderen typischen Sporen aus Feuchteschäden

typFS Sporentypen aus Feuchteschäden mit schlechter luftgetragener Verbreitung

Die mittels Zufallszahlen ermittelten Konzentrationen und relativen Streuungen von zwei Proben des Ringversuchs legen nahe, dass die Bewertung des Ringversuchs der Realität der zu erwartenden Messunsicherheit entspricht.

Bei den zu bestimmenden Sporentypen Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, *Aspergillus/Penicillium*, außer A. *glaucus* und *restrictus*-Komplex, Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien, lag die relative Standardabweichung bei der Auswertung von 30 Querspuren unter $\pm 20\%$.

Bezüglich der Ergebnisse der Teilnehmer im Ringversuch wurden nachfolgende Bewertungskriterium daraus abgeleitet (s. Tab.: 4).

Bis zu einer maximalen Abweichung zweier Sporentypen von $\pm 40\%$ und eines Sporentyps von $\pm 45\%$ vom Sollwert, hat ein Teilnehmer am Ringversuch mit Erfolg teilgenommen. Auf diese Weise wurde berücksichtigt, dass die Gesichtsfelder der Ringversuchsteilnehmer in den unterschiedlichen Bereichen der Längsspur wahrscheinlich voneinander abweichen können und die Zählung der Sporen somit mit einem zusätzlich zufälligen Fehler behaftet ist.

Tab.4: Bewertung der Teilnahme am Ringversuch durch Punktevergabe

Sporentyp	$\pm 30\%$ Abweichung vom Sollwert	$\pm 40\%$ Abweichung vom Sollwert	$\pm 45\%$ Abweichung vom Sollwert
Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> außer Typ <i>Aspergillus glaucus</i> -Komplex und <i>restrictus</i> -Komplex	5	3	1
Typ <i>Aspergillus glaucus</i> -Komplex und <i>restrictus</i> -Komplex	5	3	1
Summe aller <i>Aspergillus</i> und <i>Penicillium</i> Conidien	5	3	2

Teilnehmer mit mindestens 7 Punkten haben am Ringversuch mit Erfolg teilgenommen.

Fazit 13. VDB-Ringversuch

Am 13. VDB-Ringversuch 2020 - Probenaustausch von beladenen Objektträgern, nahmen 17 Personen teil. In dem Ringversuch wurden 5 Objektträger eingesetzt. Leider wurden bei zwei Objektträgern die Deckgläser schon nach dem Versand beschädigt, so dass nur von zwei Objektträgern eine größere Anzahl von Paralleluntersuchungen möglich war.

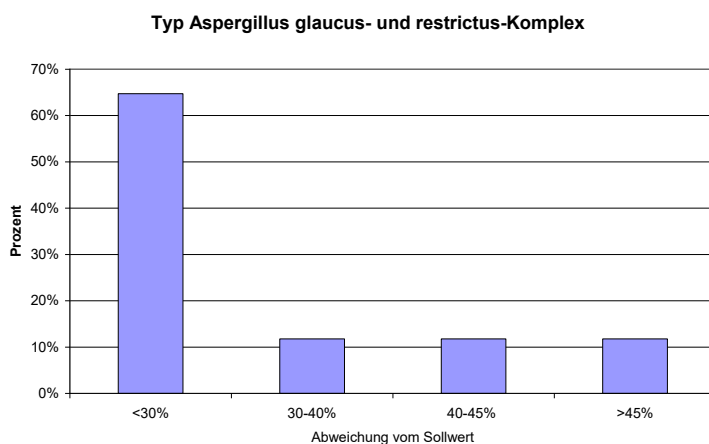
Mit Erfolg haben 12 (über? -klingt positiver 70%) von 17 Teilnehmern des Ringversuches bestanden.

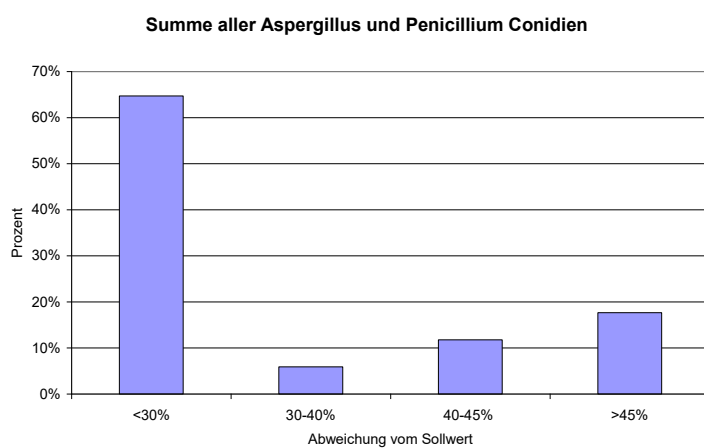
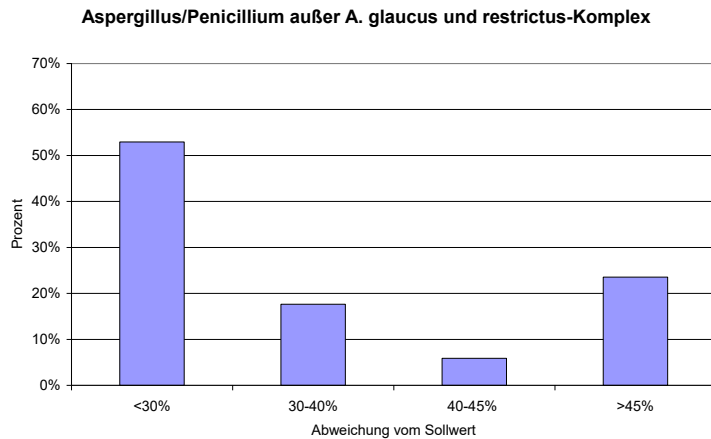
Tab. 5: Durchschnittliche prozentuale Abweichung von den Ergebnissen der Referenzlabore

Sporentyp	Durchschnittliche prozentuale Abweichung von den Ergebnissen der Referenzlabore	
	Labore, die den Ringversuch bestanden haben	Labore, die den Ringversuch nicht bestanden haben
Typ <i>Aspergillus glaucus</i> - und <i>restrictus</i> -Komplex	±20,09	±54,86
<i>Aspergillus/</i> <i>Penicillium</i> außer <i>A. glaucus</i> und <i>restrictus</i> -Komplex	±22,31	±85,33
Summe aller <i>Aspergillus</i> und <i>Penicillium</i> Conidien	±18,30	±56,10

Wie bei den Untersuchungen zur Messunsicherheit lag die Streuung der Ringversuchsteilnehmer beim Sporentyp *Aspergillus/**Penicillium*, außer *A. glaucus* und *restrictus*-Komplex, am höchsten. Die Labore, die den Ringversuch bestanden haben, lagen bezüglich der Streuung in einem ähnlichen Bereich wie die Referenzlabore.

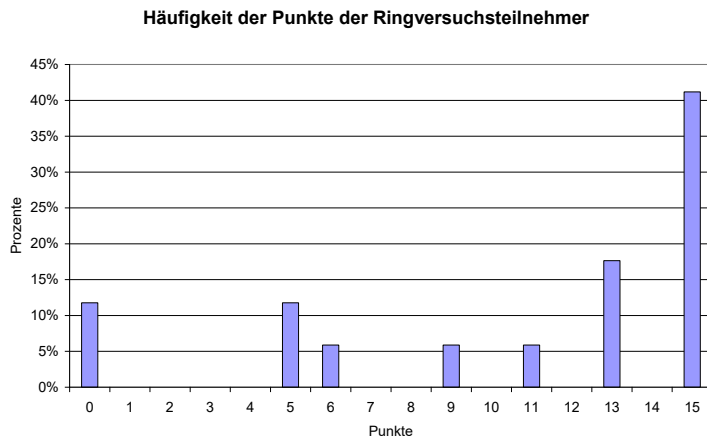
Abbildung 116: Verteilung vom Typ *Aspergillus glaucus*- und *restrictus*-Komplex, vom Typ *Aspergillus/**Penicillium* außer *Aspergillus glaucus* und *restrictus*-Komplex und von Summe aller *Aspergillus* und *Penicillium* Conidien aller Ringversuchsteilnehmer





Die Abbildung 16 zeigt, die Ringversuchsteilnehmer hatten mit der Bestimmung des Typs Aspergillus/Penicillium die größten Probleme. Nur 53% der Teilnehmer konnten diesen Sporentyp mit einer Abweichung <30% vom Ergebnis der Referenzlabore bestimmen. Die Abweichung vom Sollwert lag beim Kriterium >45% bei diesem Sporentyp bei 24 %. Bei Typ Aspergillus glaucus- und restrictus-Komplex lag die Abweichung <30% bei 62,5% und bei der Summe aller Aspergillus und Penicillium Conidien bei 65%. Die Abweichung >45% lag bei diesen Sporentypen bei 12% bzw. 18%.

Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung der von Ringversuchsteilnehmer erzielten Punkte



Die Abbildung 17 zeigt, 41% aller Ringversuchsteilnehmer haben die maximale Punktzahl von 15 erreicht. Auch die Punktzahl 13 wurde mit 18% relativ häufig erreicht. Insgesamt haben 70% der Teilnehmer mit Erfolg an dem Ringversuch teilgenommen. Dies zeigt, die Ringversuchsteilnehmer haben sich im Verhältnis zum 12. Ringversuchs-Probenaustausch von beladenen Objektträgern deutlich verbessert.

Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich aus dem 13. Ringversuch:

- Das neue Konzept der Durchführung des Ringversuchs „Gesamtsporenauswertung“ hat sich bewährt. Der Ringversuch dient der externen Qualitätssicherung und der Qualifikation der teilnehmenden Labore
- Die Aussagen zur Abschätzung der Messunsicherheit der Gesamtsporenauswertung hat sich verbessert.
- Der 14. Ringversuch zur Gesamtsporenauswertung sollte möglichst in einem niederen Konzentrationsbereich durchgeführt werden, um auch in diesem Bereich Kenntnisse über die Messunsicherheit der Gesamtsporenauswertung zu erhalten.
- Die Bewertung der Teilnehmer bezüglich der erfolgreichen Teilnahme am Ringversuch hat sich verbessert.
- Am 13. VDB-Ringversuch haben prozentual mehr Teilnehmer mit Erfolg teilgenommen als beim 12. VDB-Ringversuch.
- Die Versiegelung der Objektträger muss optimiert werden.
- Die Ergebnisse des 13. VDB-Ringversuch sollen in einem Workshop auf der 25. Pilztagung im Juni 2022 diskutiert werden.

Literatur:

1. Gabrio Th.; Münzenberg U.; Trautmann Ch.: Ergebnisse aus dem 11. VDB-Ringversuch zur Ermittlung der Gesamtsporen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 78 (2018), S. 265-272
2. Gabrio, Th., Gundlach Ch, Mehring M, Münzenberg U, Trautmann Ch: 12. VDB-Ringversuch 2019 Partikelbewertung mittels beladener Objektträger Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 80 (2020) 201-206
3. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Innenraum - Förderkennzeichen (UFOPLAN) 201 61 218/03 - Standardisierung von Nachweismethoden für Schimmelpilze im Innenraum zur Vorbereitung von bundesweiten Ringversuchen
4. Gabrio Th.; Dill I.; Trautmann Ch.; Weidner U.; Schimmelpilze in der Luft – Probenahme und Bestimmung, Validierung von Probenahmeverfahren zur Bestimmung von Schimmelpilzen in der Luft. Bundesgesundheitsblatt 48 (2005) 3-11
5. Umweltbundesamt, Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden („Schimmel-Leitfaden“) 2017