

# **Auswertung des 5. VDB-Ringversuches 2009**

## **Luftkeimsammlung, Gesamtsporen und Bewertung**

### **Zusammenfassung**

---

Für das Impaktionsverfahren ergaben sich bei der Luftkeimsammlung vergleichsweise geringe Streuungen der Einzelergebnisse (Standardabweichungen: Außenluft 13 % bei 100 Litern Probenvolumen bzw. 18 % bei 50 Litern; Innenraum 29 % bei 50 und 100 L). Das Ausmaß der Streuung war im Wesentlichen von der Belegungsdichte auf den Nähragarplatten abhängig.

Die Streuungen der Ergebnisse der Partikelsammlungen fielen im Vergleich zur Kultivierung/Impaktion niedriger aus (Standardabweichungen der Partikelsammlung außen: 12 %; innen: 20 %) und erwiesen sich als gering genug, um im Rahmen der Ergebnisbeurteilung zu vergleichbaren Bewertungen zu gelangen. Um die Zuverlässigkeit der für die Partikelsammlung eingesetzten Probenamesysteme eingehender beurteilen zu können, ist es sinnvoll im Rahmen des nächsten Ringversuches Probenahmen bei zwei unterschiedlichen noch festzulegenden Luftvolumina durchführen zu lassen.

Die Auswertung der Prüfberichte verdeutlicht, dass zur Erfassung einer Situation vor Ort sowohl die Bestimmung der kultivierbaren Schimmelpilze als auch der Gesamtsporen notwendig ist, um eine adäquate Bewertung von Raumluftbelastungen treffen zu können. Nicht alle Teilnehmer führten die Probenahmebedingungen in hinreichendem Maße auf, bei einzelnen fehlten diese gänzlich. Der Anteil derer, die die Probenahmebedingungen nicht ausreichend dokumentierten, war in der Gruppe der Teilnehmer, die ausschließlich Keimsammlungen durchgeführt hatten, vergleichsweise hoch.

### **Ziele des Ringversuches**

---

Die Ringversuche der vergangenen vier Jahre dienten vordringlich der Bewertung von Messwertunsicherheiten der für die Probenahme kultivierbarer Schimmelpilze eingesetzten Probenahmeverfahren. In den Untersuchungen erwies sich dabei das verbreitete Impaktionsverfahren als eine zuverlässige Methode zur Bestimmung der Konzentration von Schimmelpilzen in der Innenraumluft. Im Rahmen des 4. Ringversuches 2008 erfolgten neben der Durchführung der obligatorischen Luftkeimsammlung erstmalig Gesamtprobenahmen mit dem Ziel, die Zuverlässigkeit der für dieses Verfahren eingesetzten Probenamesysteme beurteilen zu können. Das Untersuchungsspektrum des diesjährigen Ringversuches umfasst mit dem Bereich der Auswertung über die Keim- und Partikelsammlungen hinaus einen weiteren Baustein zur Beurteilung des gesamten Prozesses. Auf Grundlage ihrer eigenen Versuchsergebnisse fertigten die Versuchsteilnehmer Prüfberichte an, die von dem Versuchsansteller anhand eines Kriterienkatalogs bewertet wurden.

### **Räumlichkeiten und Randbedingungen**

---

Der Ringversuch fand im alten Hörsaal des ehemaligen Landesgesundheitsamtes in Stuttgart statt. Die Räumlichkeiten stehen leer und werden seit längerer Zeit nicht mehr genutzt. In einigen Räumen haben in der Vergangenheit Sanierungsarbeiten stattgefunden. Die Referenzprobenahmen in der Außenluft erfolgten in einem abgesperrten Bereich im Innenhof des LGA.

Der Vorraum zum Hörsaal wurde als Umkleideraum und Lagerstätte für Geräte und Ausrüstung genutzt. Der Hörsaal mit einem Rauminhalt von ca. 1.500 m<sup>3</sup> blieb für den Ringversuch unverändert. Der Raum wurde vor Beginn der Probenahmen nicht gelüftet, es erfolgten keine Reini-

gungsarbeiten. Vor Beginn des Ringversuchs wurden die in der Hörsaalluft vorhandenen Konzentrationen an Schimmelpilzen mittels Raumlufuntersuchungen erfasst.

Um Ungleichverteilungen der Schimmelpilzbestandteile im Probenahmebereich zu minimieren, lagen die Probenahmeplätze räumlich konzentriert in der Hörsaalmitte, so dass die Platzverhältnisse für jeden einzelnen Teilnehmer sehr begrenzt waren (siehe Foto 1). Jeder Teilnehmer hatte vor Betreten des Hörsaales einen Einmal-Schutzanzug anzulegen, damit Einflüsse durch die Kleidung auf die Probenahmen so gering wie möglich blieben.

Vor Beginn des Ringversuches wurde mittels Ventilatoren die Luft im Hörsaal gezielt in Bewegung gehalten. Die mit der provozierten Luftbewegung verbundene Aufwirbelung von Altstaub war beabsichtigt. Unter Einsatz einer Nebelmaschine wurde visuell überprüft, ob zu Versuchsbeginn in dem Raum eine ausreichende Verwirbelung bzw. Durchmischung der Luft vorlag.

Die Probenahmeplätze im Hörsaal und im Innenhof waren markiert und nummeriert, so dass mit der Einnahme eines Probenahmeplatzes dem jeweiligen Probenehmer bzw. dem Probenahmegerät eine Teilnahmenummer zugewiesen war. Die Proben und Ergebnisse wurden unter dieser Teilnahmenummer bearbeitet und verwaltet.

## Versuchsablauf

---

34 Teilnehmer führten die Probenahmen von kultivierbaren Schimmelpilzen mit Geräten zur Impaktion auf Nährmedien durch. 2 Teilnehmer betrieben neben der Impaktion Filtrationsgeräte nach direktem bzw. indirektem Verfahren. 24 Probenehmer beteiligten sich an der Gesamtsporenprobenahme. Die Probenahmen fanden im Zeitraum zwischen 16:00 und 18:00 Uhr statt. Die Referenzprobenahme in der Außenluft in dem abgesperrten Bereich des Innenhofes wurde aufgrund der sich verschlechternden Wetterlage vor der Innenraumprobenahme durchgeführt.

Folgende Probenahmesysteme wurden für die Impaktion auf Nährmedien eingesetzt: MBASS 30 (n=12), LKS 30 (n=8), MBASS 30/LKS100 (n=5), MAS 100 (n=4), FH3 (n=1), FH5 (n=1), MAS 100 Eco (n=1), MD8 (n=1) und RCS-Plus (n=1). Von zwei Teilnehmern lagen Probenahmewerte vor, die mit Filtrationsverfahren ermittelt wurden: Direktes Verfahren mit Auflegen der Cellulosenitratfilter auf DG 18-Agar (n=1); Indirektes Verfahren, Auflösen der Gelatinefilter und Verdünnung (n=2).

Die Luftprobenahmen auf DG18-Nähragarplatten in der Innenluft wurden in vorgegebener Reihenfolge mit 3 verschiedenen Luftvolumina in jeweils 2 Durchgängen durchgeführt: 50 Liter (1. Durchgang), 100 Liter (2 Durchgänge), 200 Liter (2 Durchgänge), 50 Liter (2. Durchgang). In der Außenluft wurden die Proben für 50 und 100 Liter Probevolumen in entsprechender Weise genommen; eine 200 Liter-Variante erfolgte nicht. Die Nährmedienplatten wurden den Teilnehmern durch das LGA gestellt. Die Probenahmen mittels Filtration wurden in Abhängigkeit von dem verwendeten Gerät mit unterschiedlichen Volumina und mit unterschiedlicher Probenahmedauer durchgeführt.

Folgende Probenahmesysteme wurden für die Gesamtsporenprobenahme eingesetzt: MBASS 30 (n=9), LKS 30 (n=8), MBASS 30/LKS100 (n=4), MAS 100 (n=2) und MAS 100 Eco (n=1). 18 Teilnehmer führten die Probenahmen innen und außen mit jeweils 200 Litern Luftvolumen durch. 3 Probenehmer beaufschlagten in der Außenluft mit 100 L und innen mit 200 L (Nr. 4, 7 und 9). In einem Fall wurden beide Proben mit 100 L durchgeführt (Nr. 8). Für ein Probenahmegerät stand lediglich der Innenraumwert (200 L) zur Verfügung (Nr. 24). Eine Beprobung (Nr. 32) wurde mit 188 L außen und 199 L innen durchgeführt. Die Objektträger wurden vom Veranstalter aus einer Charge zur Verfügung gestellt, so dass der mögliche Einfluss von unterschiedlichen Klebpräparaten ausgeschlossen war. Da die Probenauswertung ausschließlich in einem Labor (*Umweltmykologie, Berlin*) erfolgte, waren diesbezügliche Unsicherheiten weitestgehend ausgeschlossen.

## Aufarbeitung und Auswertung der Proben

Die beaufschlagten DG 18-Platten und die Filter wurden zur weiteren Aufarbeitung und Auswertung direkt vom LGA eingesammelt. Die Auswertung umfasste die Bestimmung der Gesamt-KBE und die Differenzierung der Proben bis zur Gattungsebene. Die Partikelsammlungen wurden nach Abschluss der Probenahmen von der Umweltmykologie Berlin eingesammelt und im Labor nach Anfärbung mit Lactophenolblaulösung lichtmikroskopisch untersucht. In einer Übersichtsauswertung in 400 facher Vergrößerung wurde das gesamte Probevolumen hinsichtlich der Sporen vom Typ *Alternaria/Ulocladium*, von *Chaetomium*, *Epicoccum*, vom Typ *Helminthosporium*, von *Stachybotrys* und *Torula* ausgewertet. Für alle weiteren Sporen (bzw. Hyphenstücke) wurde in einer Detailauswertung in 1.000 facher Vergrößerung 25% der Probe (Auswertung von 20 Teilspuren in Querrichtung der Sammelspur) ausgewertet. Die Ergebnisse wurden pro Kubikmeter Luft angegeben. In Einzelfällen wurden größere Sporenaggregate gesondert angegeben, wenn eine Berechnung pro Kubikmeter Luft aus statistischen Gründen nicht sinnvoll erschien. Die Umweltmykologie, Berlin, gab die Ergebnisse der Auswertung an Dr. Gabrio, LGA, weiter.

Das LGA sendete den Versuchsteilnehmern jeweils nur ihre eigenen Versuchsergebnisse zu.

Die Bearbeitung der vom LGA erhaltenen Daten und die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch den Versuchsansteller mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel..

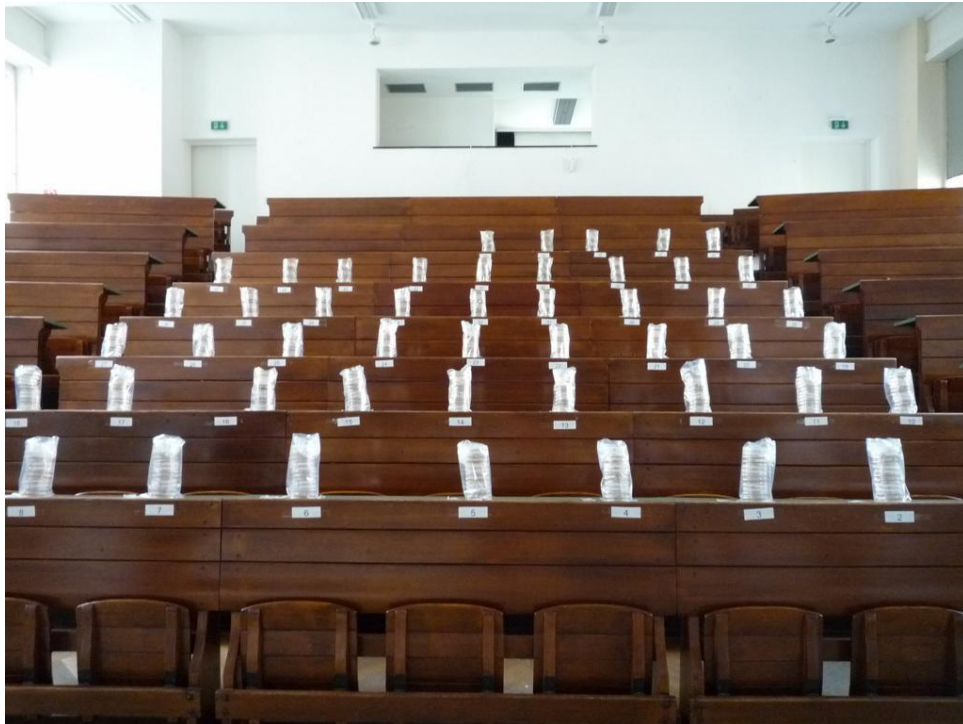


Foto 1: Alter Hörsaal mit den nummerierten Probenahmeplätzen in Raummitte



*Foto 2: Außenluftprobenahme im abgesperrten Teil des Innenhofes*

### **Erstellung des Prüfberichtes**

22 der 34 Ringversuchsteilnehmer bewerteten ihre Laborergebnisse und erstellten darüber einen Prüfbericht. 13 dieser 22 Prüfberichtersteller verfügten über Ergebnisse aus Probenahmen von kultivierbaren Schimmelpilzen und Gesamtsporenprobenahmen, 9 lediglich über Daten aus Keimsammlungen. Der Bericht sollte alle notwendigen Angaben (Sammler, Methode, Bedingungen, Aufbereitung der Proben etc.) enthalten, um die Bewertung der Ergebnisse nachvollziehen zu können.

Die Bewertung der Ergebnisse war dahingehend durchzuführen, ob nach dem vorliegenden Bewertungskriterien von UBA und LGA Innenraumquellen unwahrscheinlich, nicht auszuschließen oder wahrscheinlich sind.

Im Anschluss wurden die Prüfberichte anonym gehalten an das LGA, Herrn Dr. Gabrio, geschickt. Dieser leitete die gesammelten Prüfberichte zur Auswertung an den Versuchsansteller.

Die Prüfberichte wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet: Vollständigkeit der Angaben, Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, Dokumentation der Bewertungsgrundlagen, Anzahl der übereinstimmenden Bewertungen.

### **Ergebnisse**

Durch die Art der Versuchsanstellung wurde sichergestellt, dass die Luft im Hörsaal zu Probenahmebeginn intensiv durchwirbelt bzw. –mischt war. Nach den in Diagramm 1 dargestellten Ergebnissen der Gesamt-KBE in der Innenraumluft lagen sowohl bei 50 als auch 100 L Probevolumen die jeweiligen Probenahmewerte beider Durchgänge in vergleichbarer Höhe. Im Falle der 50 L-Variante fiel im zweiten Durchgang die durchschnittliche Konzentration mit 224 KBE/m<sup>3</sup> höhere aus als im ersten (201 KBE). Im Gegensatz hierzu ergaben die Ringversuche der Vorjahre, dass bei 50 L Volumen im zweiten Durchgang geringere Konzentrationen im Vergleich zum ersten nachgewiesen wurden. In der Interpretation der Daten wurde u.a. davon ausgegangen, dass die Konzentration der einzelnen Arten/Gattungen während des Probenahmezeitraumes in Abhängigkeit von ihrer Sedimentationsgeschwindigkeit deutlich abnimmt.

Sowohl die Ergebnisse der Kultivierung in Bezug auf *Cladosporium* spp. als auch die Gesamtsporenergebnisse aus den Partikelsammlungen hinsichtlich der Basidiosporen lassen nicht erkennen, dass in Abhängigkeit vom Probenahmeplatz bzw. durch Sporenverschleppung (Probenehmer, Probenahmeeinrichtung) ein Einfluss auf die Messwerte bestand (Diagramm 2 und 3).

## Ergebnisse der Kultivierung

Die Ergebnisse der Kultivierung für die Impaktion bei 50 und 100 Litern Probenahmevervolumen (jeweils 2 Durchgänge) weisen mit 1085 KBE/m<sup>3</sup> in der Außenluft (STABW  $s=18,5$  %) und 194 KBE in der Innenluft ( $s=30,7$ ) vergleichsweise geringe Streuungen auf (Tab. 3 und 4).

In der Innenraumlufte des Hörsaales wurden geringe Konzentrationen an kultivierbaren Schimmelpilzen ermittelt. Die durchschnittlichen Belegungsdichten (Gesamt-KBE/Nähragarplatte) von 28 KBE (bei 200 Litern Probenahmevervolumen), 17 KBE (100 L) bzw. 11 KBE (50 L) lagen unterhalb des empfohlenen Konzentrationsbereiches von 30 – 100 KBE pro Nähragarplatte (Diagramm 4) und führten zu entsprechend größeren Streuungen der Einzelwerte. Der in der Richtlinie 4300 Blatt 10 angeführte optimale Bereich von 10 bis 100 KBE/Platte wird bei der überwiegenden Zahl der Werte eingehalten. In der Außenluft ergaben sich Belegungsdichten von 59 (50 L) bzw. 100 KBE/Nähragarplatte (100 L). Die in Diagramm 4 dargestellten Ergebnisse zeigen in Übereinstimmung mit den Ringversuchsergebnissen der Vorjahre, dass bei einem geringeren Probevolumen und damit einer geringeren Beaufschlagung die ermittelten Konzentrationen höher sind als bei größeren Probevolumina (50 L-Median 220 KBE/m<sup>3</sup>; 100 L-Median 170 KBE/m<sup>3</sup>; 200 L-Median 140 KBE/m<sup>3</sup>).

In der Darstellung der Ergebnisse der Gesamtkoloniezahlen (auf DG-18-Nährmedien) ist ersichtlich, dass in der Außenluft bei vergleichsweise hohen Keimzahlen die Versuchsvariante bei 50 Liter Probevolumen mit  $s = 18$  % eine höhere Streuung aufweist als die 100 L -Variante mit  $s= 13$  % (Diagramm 4). In der Innenluft liegen die Streuungen bei 50 L ( $s= 29$  %), 100 ( $s= 29$  %) und 200 Liter Volumen ( $s= 27$  %) in vergleichbarer Höhe. Die Außenluft-Ergebnisse der Gesamtkoloniezahlen weisen bei Probenahmevervolumina von 50 und 100 L Normalverteilungen auf (Diagramm 5). Im Innenraum liegen für die Ergebnisse bei 50, 100 und 200 L Luftvolumina konzentrationsbedingt keine Normalverteilungen vor (Diagramm 6).

Bei dem Vergleich der Probenahmeverfahren in Bezug auf die Keimsammlungsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass das Verfahren der Filtration lediglich mit 3 Geräten im Ringversuch vertreten war. Diese Geräte unterschieden sich darüber hinaus hinsichtlich ihrer Funktionsweise. Hinsichtlich des Impaktionsverfahrens ist der Vergleich der jeweiligen Systeme ebenfalls eingeschränkt, dadurch dass 5 Systeme lediglich mit einem Gerät im Ringversuch vertreten waren. Dementsprechend sind anhand der vorliegenden Ergebnisse nur orientierende Aussagen möglich. In der Außenluft wurden mit den nach dem Impaktionsprinzip arbeitenden Geräten im Vergleich mit den zwei Filtrationsgeräten in allen Fällen höhere Gesamtkonzentrationen ermittelt (Diagramm 7). Bei den in der Innenraumlufte durchgeführten Keimsammlungen lagen die Ergebnisse von Impaktions- und Filtrationsverfahren in annähernd gleicher Höhe (Diagramm 8).

Nach den in Innenraum- und Außenluft durchgeführten Keimsammlungen konnten mit den 8 Impaktionssystemen vergleichbare Schimmelpilzkonzentrationen ermittelt werden. Die Streuung der Werte war in Abhängigkeit von der Belegungsdichte in der Außenluft niedriger als im Innenraum. Lediglich mit dem MD 8-Gerät wurden im Vergleich zu allen anderen Impaktionsgeräten sowohl innen als auch außen geringere Gesamtkonzentrationen erzielt (Diagramm 7 und 8).

In den Diagrammen 7 und 8 sind neben den Gesamtkonzentrationen die jeweiligen Anteile der ermittelten Arten und Gattungen aufgeführt. Da *Cladosporium* spp. mit 70 % (Innenluft) bzw. 90 % (Außenluft) am weitest stärksten vertreten waren, sind entsprechende Unsicherheiten in Bezug auf die Quantifizierung der übrigen Arten/Gattungen bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen. Auffällige Unterschiede im Vergleich der Verfahren bzw. der Gerätesysteme eines Verfahrens ergaben sich nicht.

## Ergebnisse der Gesamtsporenprobenahme

Die Auswertung der Ergebnisse für die Gesamtsporenkonzentrationen in Innen- und Außenluft ist in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Im Innenraum wurden vergleichsweise hohe Gesamtsporenkonzentrationen ermittelt, die auf die Aufwirbelung sedimentierter Pilzbestandteile infolge des Ventilatorbetriebes zurückzuführen sind.

In Diagramm 9 sind die Häufigkeitsverteilungen für die Gesamtsporenkonzentration in der Außen- und Innenraumlufte dargestellt. Unter der Berücksichtigung der geringen Geräteanzahl von  $n=24$  wiesen die Probenahmewerte Normalverteilungen auf.

Die Streuung der Gesamtsporen-Ergebnisse fällt in der Innenraumlufte höher aus als in der Außenluft. Mit Ausnahme des Typs *Aspergillus/Penicillium*, den nicht identifizierbaren Sporen und den Hyphenstücken gilt dies auch für die jeweiligen Sporentypen/Gattungen (Tab. 1 und 2, Diagramm 10 und 11). Die Bewertung von Arten/Gattungen mit quantitativ geringer Abundanz ist nur eingeschränkt möglich. Insbesondere die im Innenraum relevanten Pilze *Stachybotrys chartarum* und *Chaetomium* zeigen eine deutlich inhomogene Verteilung. In einem Vergleich der Streuungen der Gesamtsporen bzw. Gesamt-KBE (Tab. 1 bis 4) liegen die Standardabweichungen der Partikelsammlung (außen: 12 %; innen: 20 %) unter denen der Kultivierung nach Impaktion bei 50 und 100 L Volumen (außen: 18,5, innen: 30,7 % für 50 und 100 L). Die Streuung der mit den unterschiedlichen Partikelsammlern ermittelten Außenluft- und Innenraumlufte werte erweist sich damit als gering genug, um im Rahmen der Ergebnisbeurteilung zu vergleichbaren Bewertungen zu gelangen.

Hinsichtlich des Vergleichs der Probenahmesysteme ist zu berücksichtigen, dass lediglich 3 der 5 Systeme bei den Partikelsammlungen mehrfach vertreten waren: MBASS 30 ( $n=9$ ), LKS 30 ( $n=8$ ), MBASS 30/LKS100 ( $n=4$ ). Dementsprechend können anhand der vorliegenden Ergebnisse auch diesbezüglich nur orientierende Aussagen getroffen werden. Für die Gerätesysteme MBASS 30, LKS 30, und MBASS 30/LKS 100 ergaben sich in der Innen- und Außenluftprobenahme Konzentrationen in einem vergleichbaren Bereich. Dies trifft in gleicher Weise für die Werte des nur einmal im Versuch vertretenen Gerätes MAS 100 Eco zu. Mit den zwei MAS 100-Geräten wurden in beiden Fällen niedrigere Konzentrationen ermittelt (Diagramm 12).

## Ergebnisse der Prüfberichte

Von den 22 Teilnehmern, die einen Prüfbericht abgegeben hatten, kamen 17 in ihrer Auswertung zu dem Ergebnis, dass eine Innenraumquelle unwahrscheinlich, 4 Teilnehmer, dass eine Innenraumquelle nicht auszuschließen, und ein Teilnehmer, dass eine Innenraumquelle wahrscheinlich ist.

Die Ergebnisse wurden von der Mehrzahl der Teilnehmer in nachvollziehbarer Weise begründet. 3 Teilnehmer kamen auf Grundlage ihrer Daten nicht zu einer eindeutigen Bewertung der Raumluftbelastung. 9 von 22 Teilnehmern gaben eine Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise ab. 3 dieser 9 Teilnehmer verfügten dabei lediglich über Ergebnisse aus der Kultivierung.

Bei der Beurteilung der Prüfberichte wurde darüber hinaus bewertet, ob die wesentlichen Bestandteile eines Prüfberichtes vorlagen (Diagramm 13).

Von den 4 Teilnehmern, die eine Innenraumquelle nicht ausschlossen, verfügten 3 sowohl über Ergebnisse aus der Kultivierung als auch aus ihren Gesamtsporenprobenahmen. Gleiches gilt für den Fall, in dem eine Innenraumquelle als wahrscheinlich gewertet wurde. 8 der 9 Teilnehmer, die ihre Beurteilung lediglich auf Kultivierungsergebnisse gestützt abgaben, kamen zu der Bewertung, dass in dem Raum eine Innenraumquelle unwahrscheinlich ist. Die Auswertung der Prüfberichte verdeutlicht, dass zur Erfassung einer Situation vor Ort die Bestimmung der kultivierbaren

Schimmelpilze und der Gesamtsporen notwendig sind, um eine adäquate Bewertung von Raumluftbelastungen treffen zu können. Teilnehmer, die umfassend die ihnen zur Verfügung stehenden Methoden der Raumluftuntersuchung ausschöpften, trafen im Vergleich zu denen, die nicht über zusätzliche Informationen aus der Gesamtsporenanalyse (wie z.B. Sporenaggregate oder einzelne Sporen von *Stachybotrys*) verfügten und sich nur auf die Kultivierungsergebnisse stützten, ihre Beurteilung der Raumbelastung auf einer fundierten Datengrundlage.

14 der 22 Teilnehmer führten die Probenahmebedingungen in hinreichendem Maße auf, in 5 Fällen war die Darstellung unvollständig, bei 3 Teilnehmern fehlten die Probenahmebedingungen gänzlich. Lediglich 5 der 9 Teilnehmer, die ausschließlich Kultivierungsprobenahmen durchgeführt hatten, dokumentierten die Probenahmebedingungen ausreichend. Angesichts fehlender Gesamtsporendaten wäre zu erwarten gewesen, dass auch die übrigen 4 Teilnehmer hinreichende Informationen der Gegebenheiten vor Ort als Grundlage ihrer Bewertung erhoben und angeführt hätten. Um die Plausibilität der Ergebnisse überprüfen zu können, ist es gerade bei alleiniger Durchführung von Keimsammlungen zwingend erforderlich, alle Daten und Rahmenbedingungen bei der Auswertung zu berücksichtigen.

## **Ausblick**

---

Der nächste Ringversuch wird im Rahmen der Pilztagung 2010 in Hannover stattfinden.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten, insbesondere bei Dr. Thomas Gabrio, Ursula Weidner, Dr. Christoph Trautmann und Dr. Ingrid Dill.

Versuchsansteller: Qualitätssicherungsausschuss des VDB e.V.

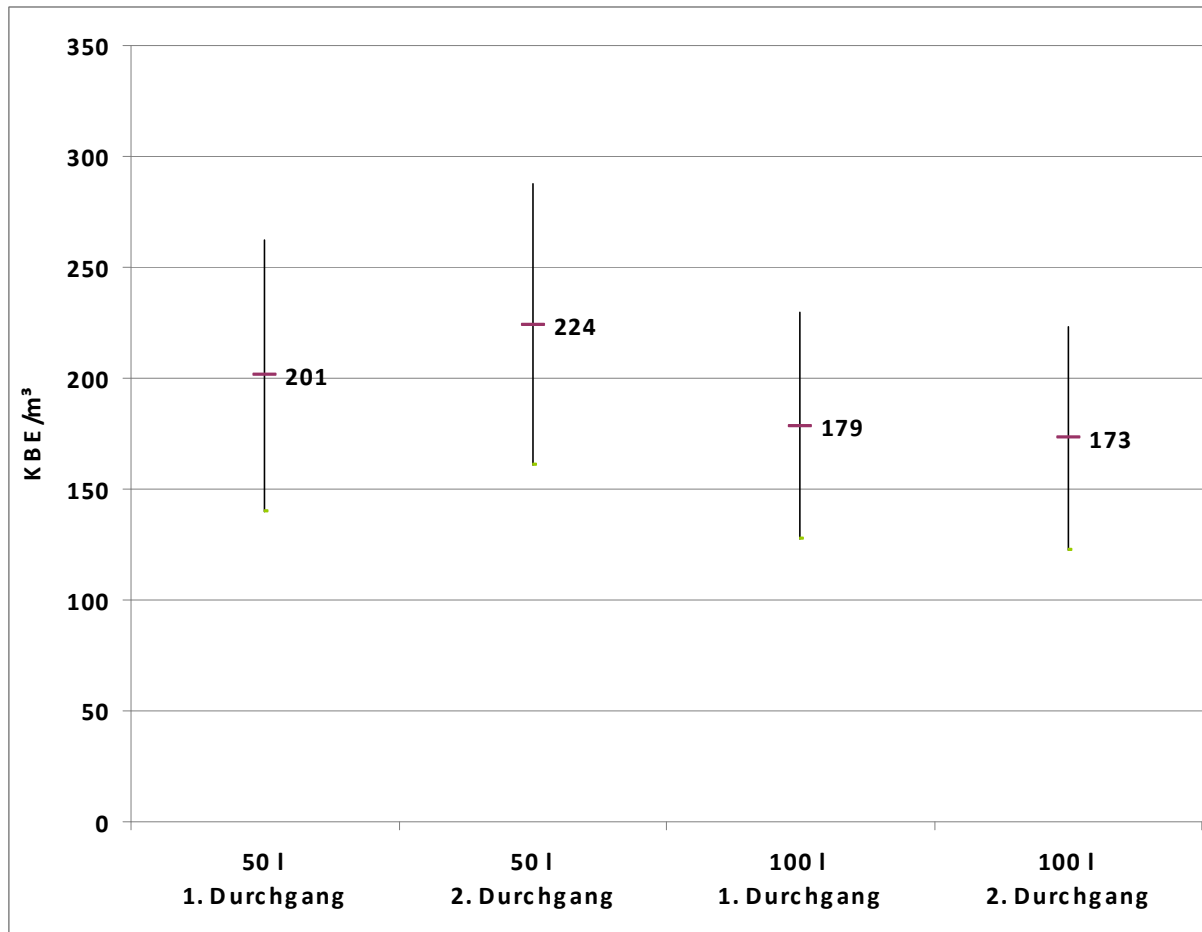
Probenbearbeitung, -auswertung: LGA, Umweltmykologie GbR

Versuchsplanung: Uwe Münzenberg

Versuchsauswertung, Berichtserstellung: Uwe Münzenberg, Martina Clemens-Ströwer

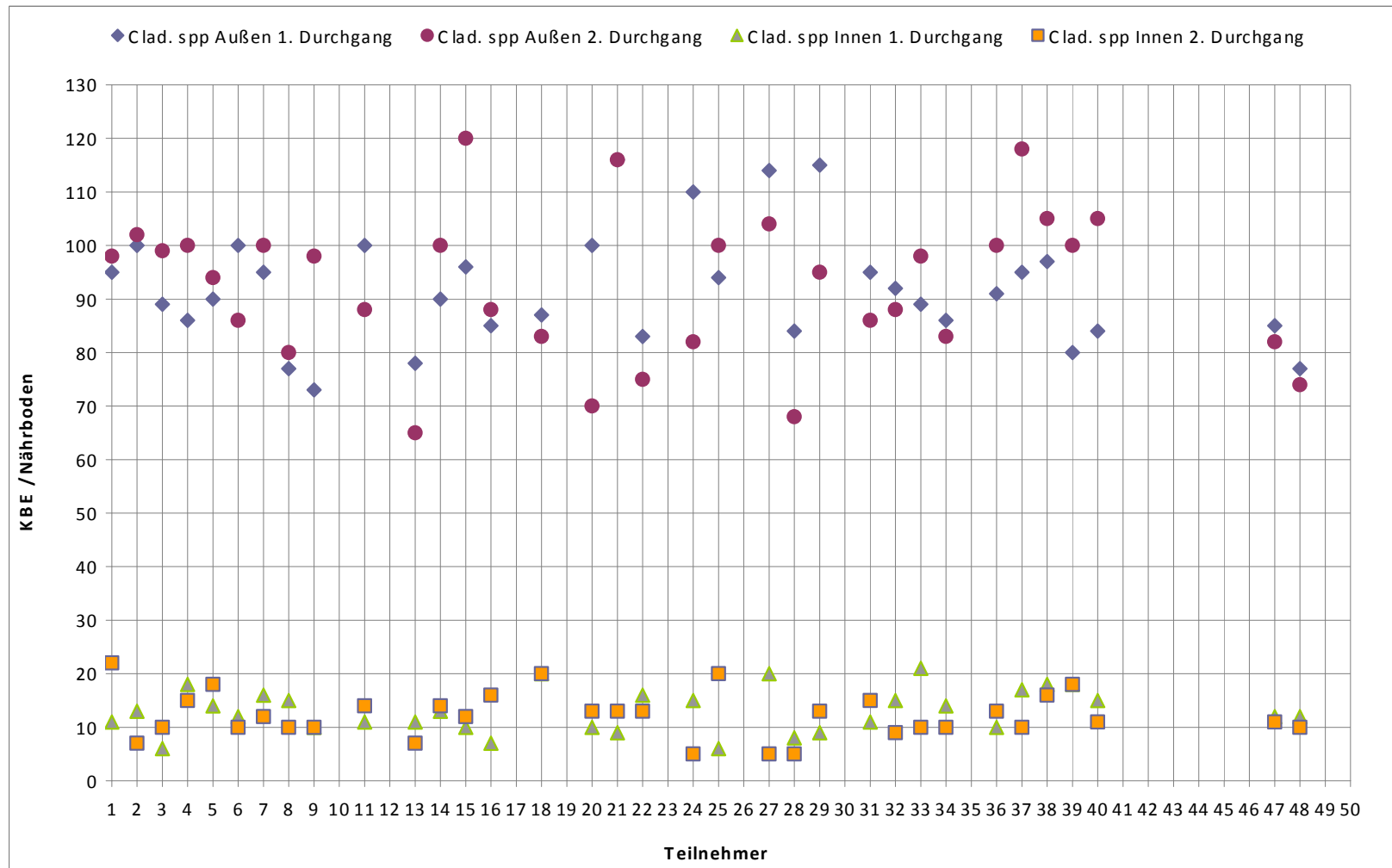
Überarbeitung: Martina Clemens-Ströwer

**Diagramm 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtkeimzahlen in der Innenluft bei Kultivierung / Impaktion auf DG 18**

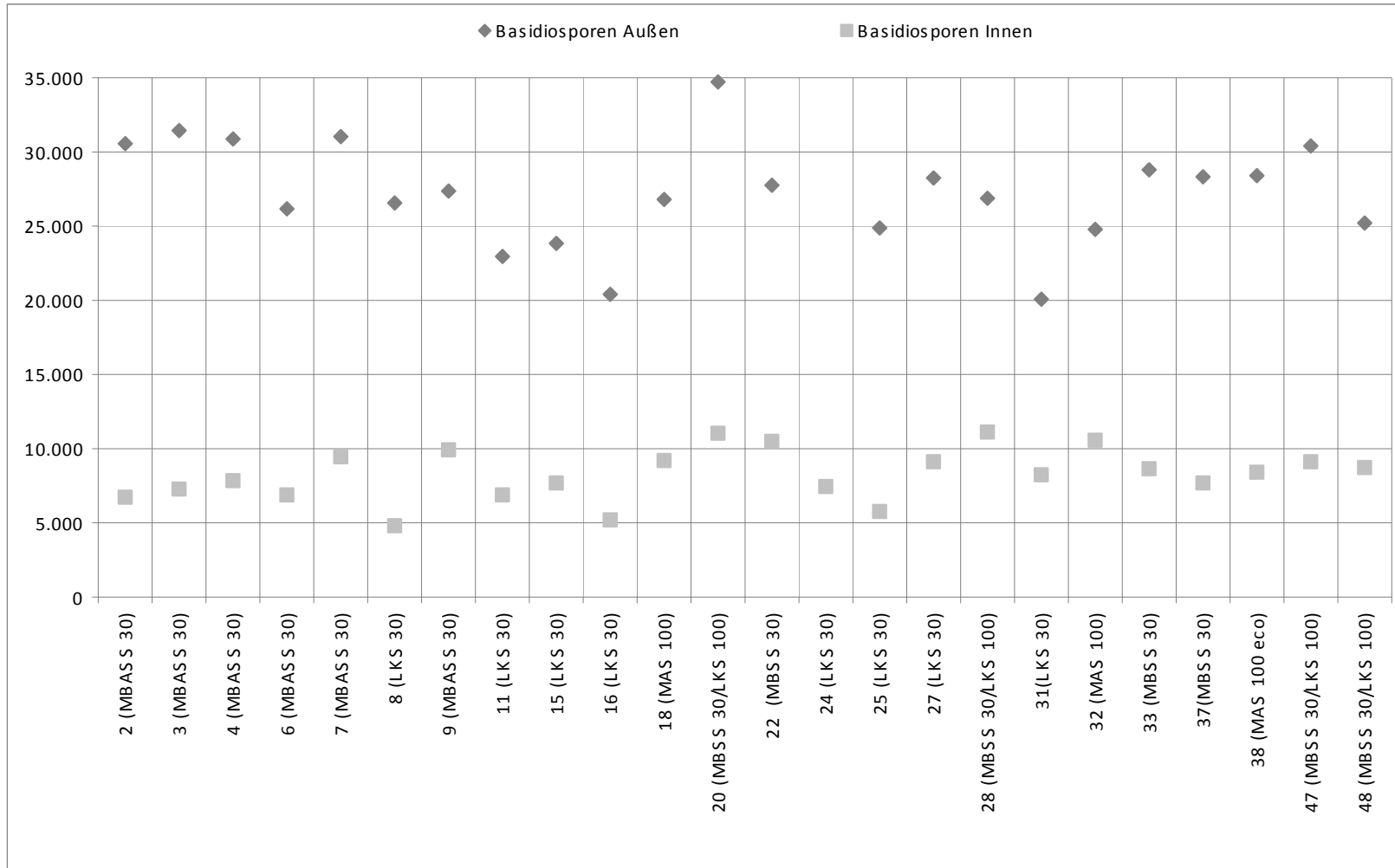




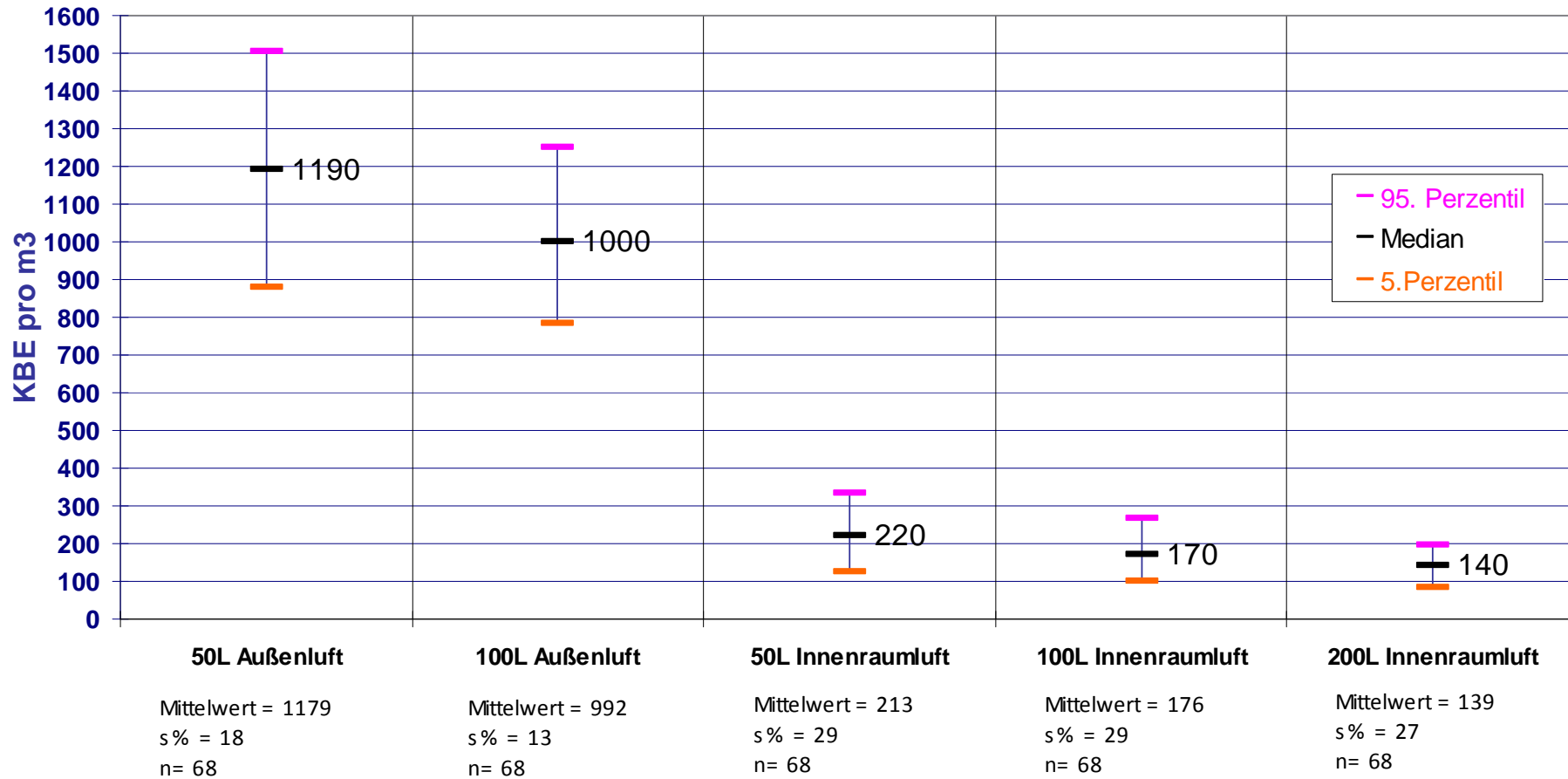
**Diagramm 2: Ergebnisse der Kultivierung bei 100 I für *Cladosporium* spp. in Bezug auf den Probenahmeplatz**



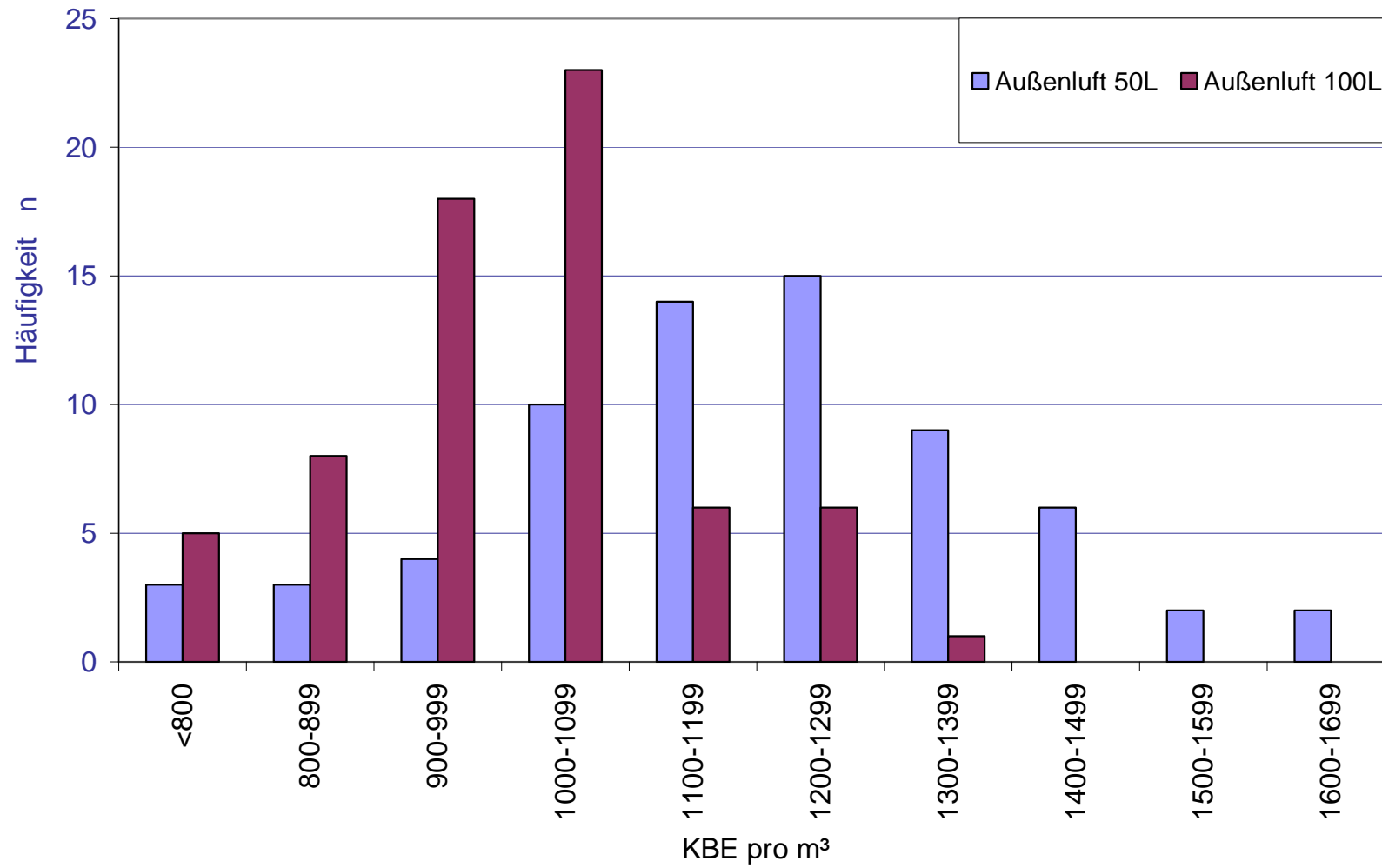
**Diagramm 3: Ergebnisse der Basidiosporen in Bezug auf den Probenahmeplatz (in Sporen/ m<sup>3</sup>)**



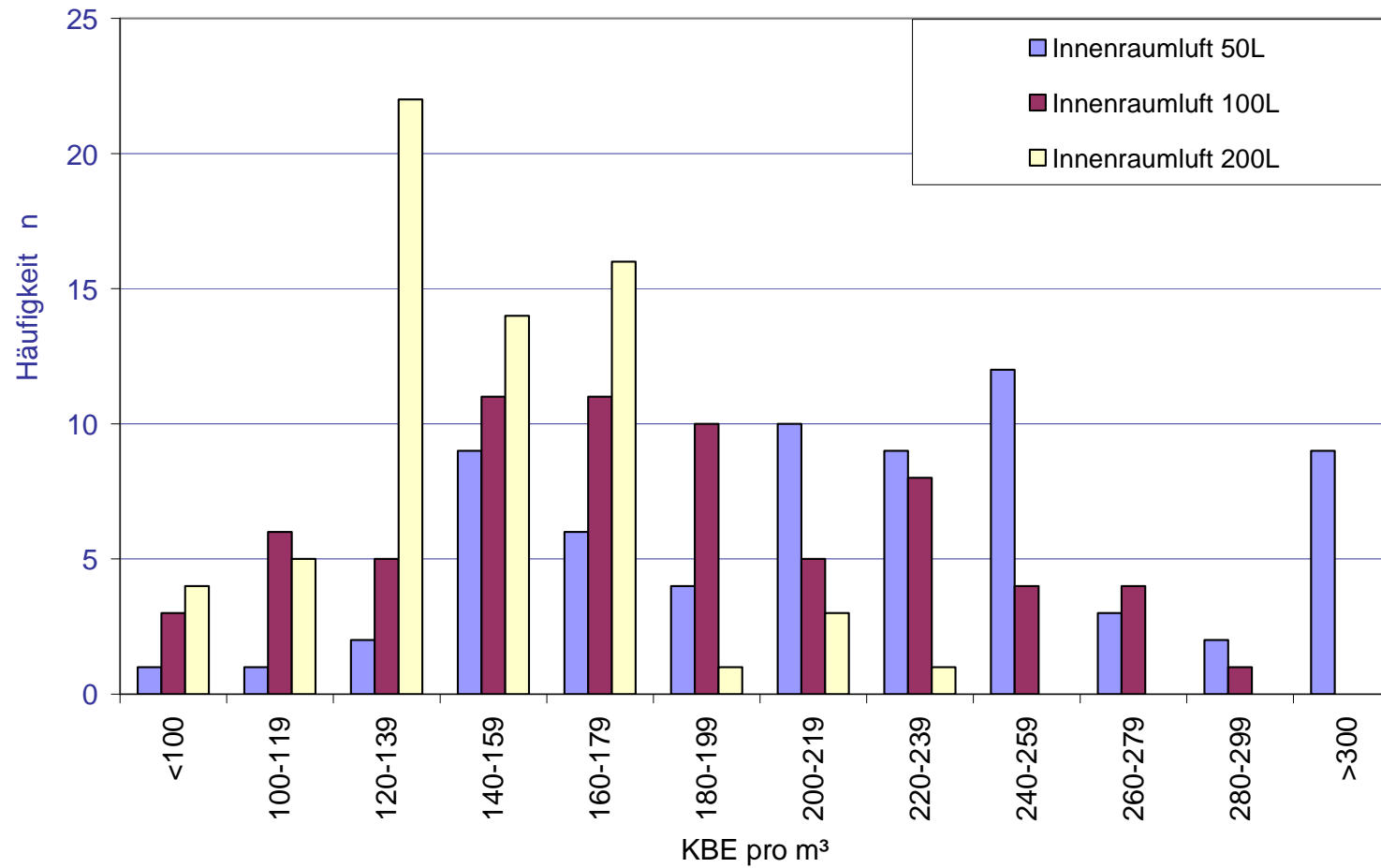
**Diagramm 4: Ergebnisse der Kultivierung / Impaktion in der Außen- und Innenraumluft,  
Gesamtkeimzahlen bei 50 , 100 und 200 Liter Probevolumen**



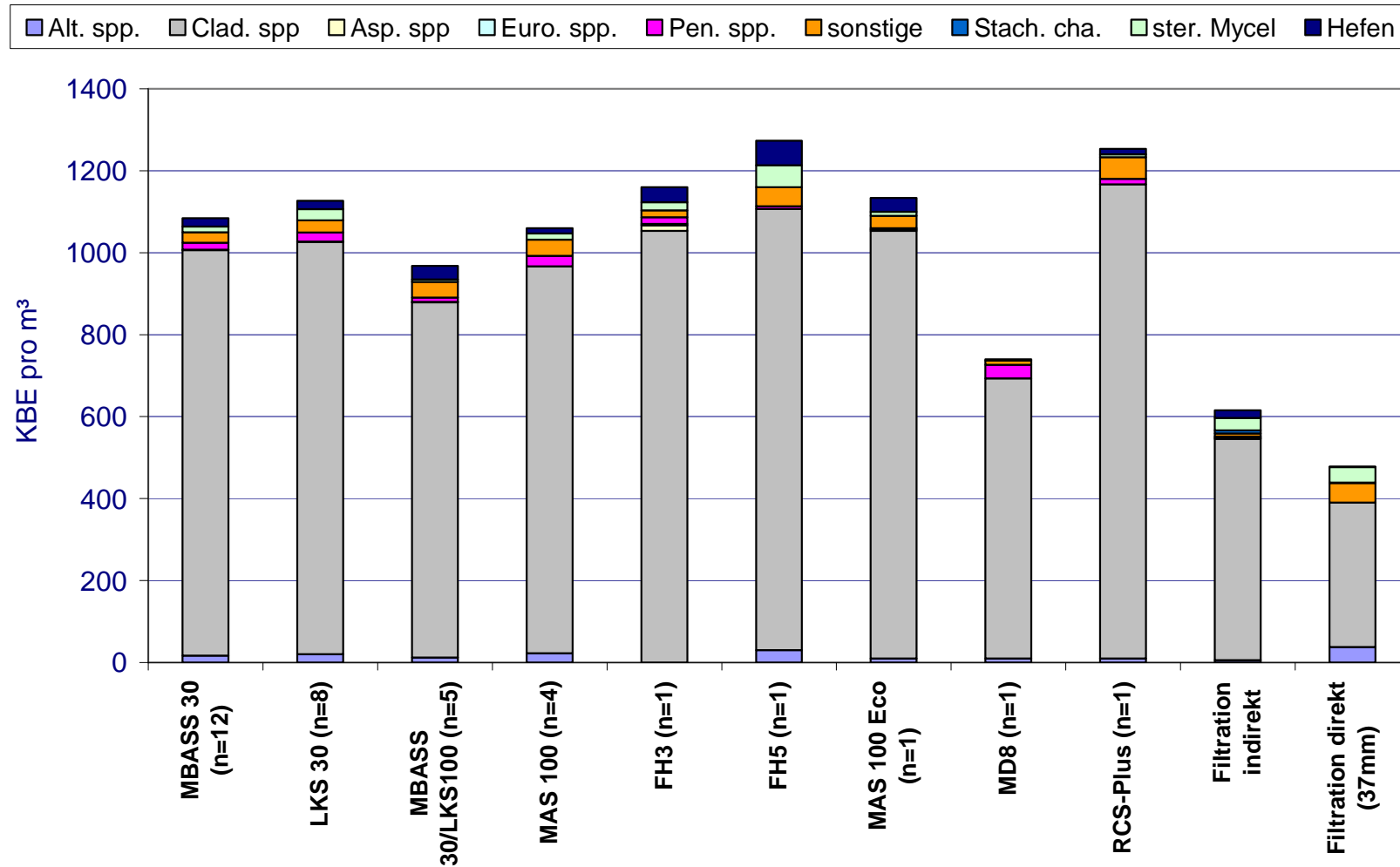
**Diagramm 5: Häufigkeitsverteilung für die Kultivierung / Impaktion in der Außenluft**



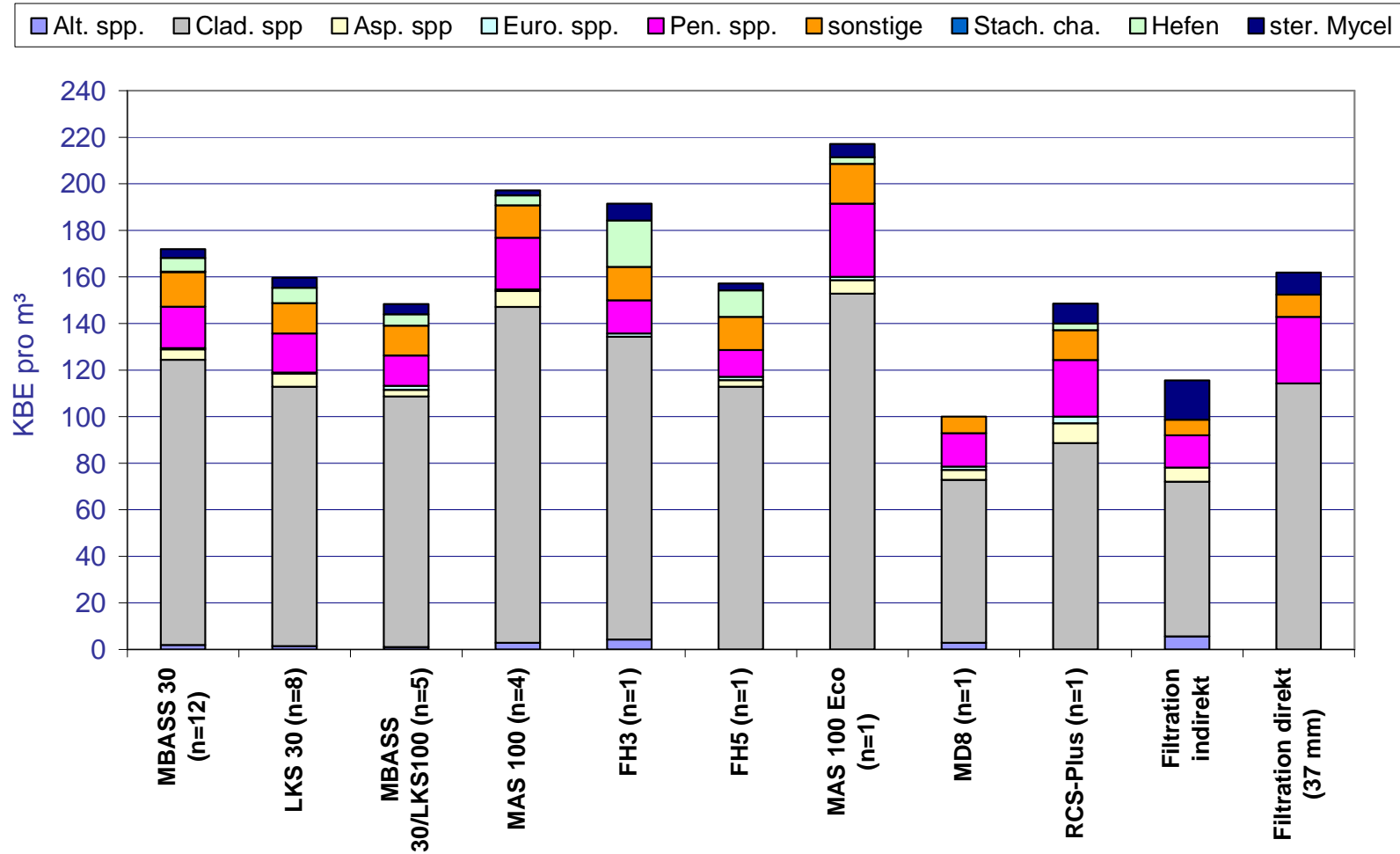
**Diagramm 6: Häufigkeitsverteilung für die Kultivierung / Impaktion in der Innenraumluft**



**Diagramm 7: Zusammensetzung der Gesamtkeimzahlen nach Arten/Gattungen  
und Gerätetypen in der Außenluft (Kultivierung)**



**Diagramm 8: Zusammensetzung der Gesamtkeimzahlen nach Arten/Gattungen  
und Gerätetypen in der Innenluft (Kultivierung)**



**Tabelle 1: Ergebnisse der Gesamtsporenprobenahmen in der Außenluft**

	Basidiosporen	Ascosporen	Cladosporium	Typ Aspergillus/ Penicillium	Typ Aspergillus restrictus Gruppe.	Summe Aspergillus/ Penicillium	nicht identifizierbare Sporen	Hyphenstücke	Stachybotrys chartarum	Chaetomium	Typ Alternaria/Ulocladium	Typ Helminthosporium	Typ Torula	Epicoccum	Summe pro Kubikmeter Luft
<b>Mittelwert</b>	27237	1052	7835	150	26	176	589	343	0	0	17	41	1	16	37307
<b>95.Perzentil</b>	31400	1440	10020	298	80	356	1206	620	0	0	39	60	9	34	43524
<b>Median</b>	27360	1040	7640	140	0	140	560	360	0	0	15	40	0	10	37580
<b>5.Perzentil</b>	20656	688	5756	60	0	64	260	142	0	0	0	20	0	5	30073
<b>STABW %</b>	13	26	20	49		57	51	39				42		70	12

**Tabelle 2: Ergebnisse der Gesamtsporenprobennahmen in der Innenraumluft**

	Basidiosporen	Ascosporen	Cladosporium	Typ Aspergillus/ Penicillium	Typ Aspergillus restrictus Gruppe	Summe Aspergillus/ Penicillium	nicht identifizierbare Sporen	Hyphenstücke	Stachybotrys chartarum	Chaetomium	Typ Alternaria/Ulocladium	Typ Helminthosporium	Typ Torula	Epicoccum	Summe pro Kubikmeter Luft
<b>Mittelwert</b>	8257	610	2552	305	98	403	228	180	2	1	6	6	0	6	12251
<b>95.Perzentil</b>	10968	1294	3742	499	197	594	397	328	9	5	15	19	0	15	16309
<b>Median</b>	8320	580	2480	290	80	390	220	170	0	0	5	5	0	5	11930
<b>5.Perzentil</b>	5284	252	1726	183	40	240	100	83	0	0	0	0	0	0	8257
<b>STABW %</b>	21	49	29	36	59	31	45	41							20



**Tabelle 3: Ergebnisse der Kultivierung/ Impaktion in der Außenluft für 50 und 100 Liter Probenahmevolumen in 2 Durchgängen**

	Alternaria spp.	Cladosporium spp.	Aspergillus spp.	Aspergillus Arten	Eurotium spp.	Penicillium spp.	Penicillium Arten	sonstige	Arten sonstige	Stachybotrys chartarum	Hefen*	Sterile Mycelien	Gesamt-KBE pro Kubikmeter Luft
<b>Mittelwert</b>	19	996	1	0	0	19	1	34	1	0	27	16	1085,2
<b>STABW %</b>	117	17	636	609	609	139	103	98	74	0	130	153	18,5

**Tabelle 4: Ergebnisse der Kultivierung/ Impaktion in der Innenluft für 50, 100 Liter Probenahmevolumen in 2 Durchgängen**

	Alternaria spp.	Cladosporium spp.	Aspergillus spp.	Aspergillus Arten	Eurotium spp.	Penicillium spp.	Penicillium Arten	sonstige	Arten sonstige	Stachybotrys chartarum	Hefen*	Sterile Mycelien	Gesamt-KBE pro Kubikmeter Luft
<b>Mittelwert</b>	1,8	139,7	6,0	0,4	1,0	23,2	1,4	17,1	0,8	0,0	9,0	5,4	194,2
<b>STABW %</b>	282,4	34,9	168,4	139,2	378,0	75,8	73,8	94,9	82,8	0,0	143,9	186,3	30,7

\* Die Hefen wurden bei der Berechnung der Gesamt-KBE nicht berücksichtigt

**Diagramm 9: Häufigkeitsverteilung für die Gesamtsporenkonzentration in der Außen- und Innenraumluft (Partikelsammlung)**

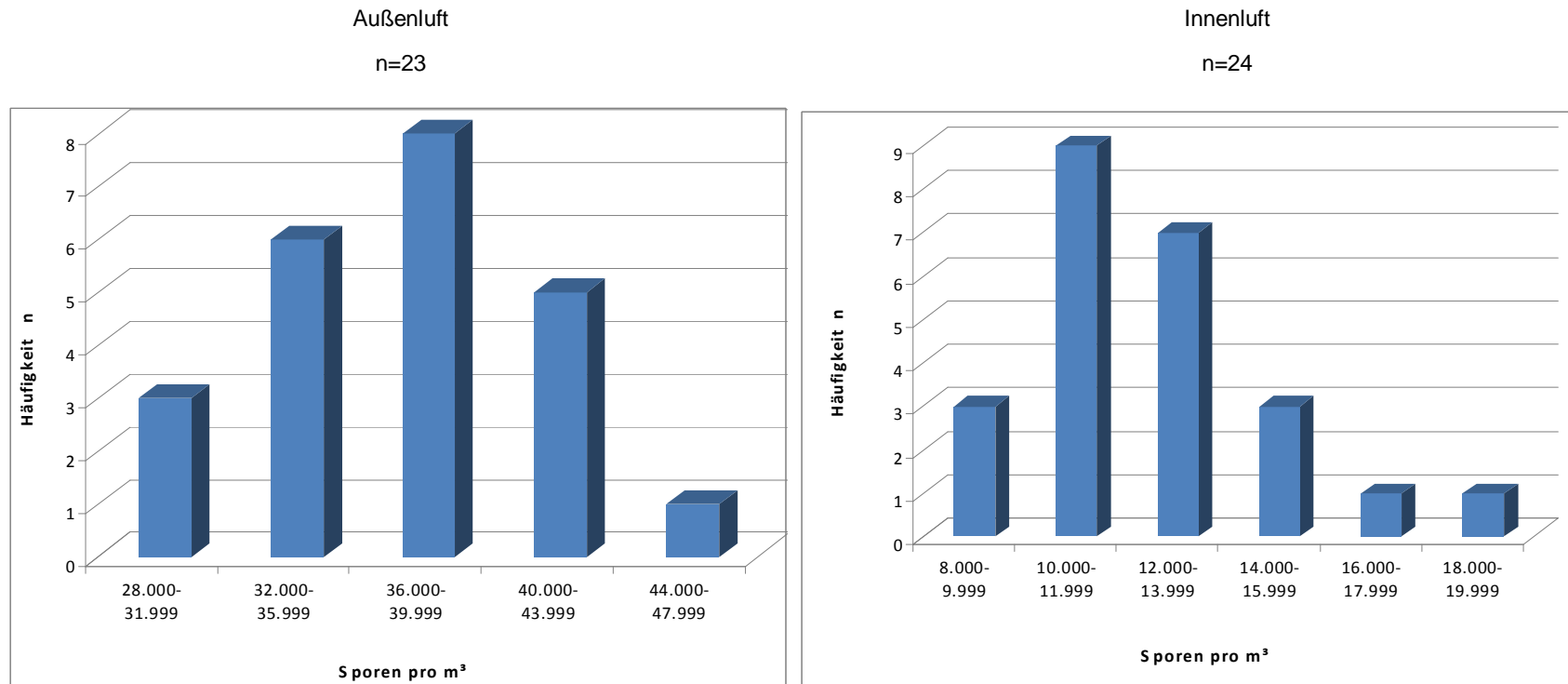


Diagramm 10: Zusammensetzung der Gesamtsporenkonzentrationen nach Sporentyp, Teil 1

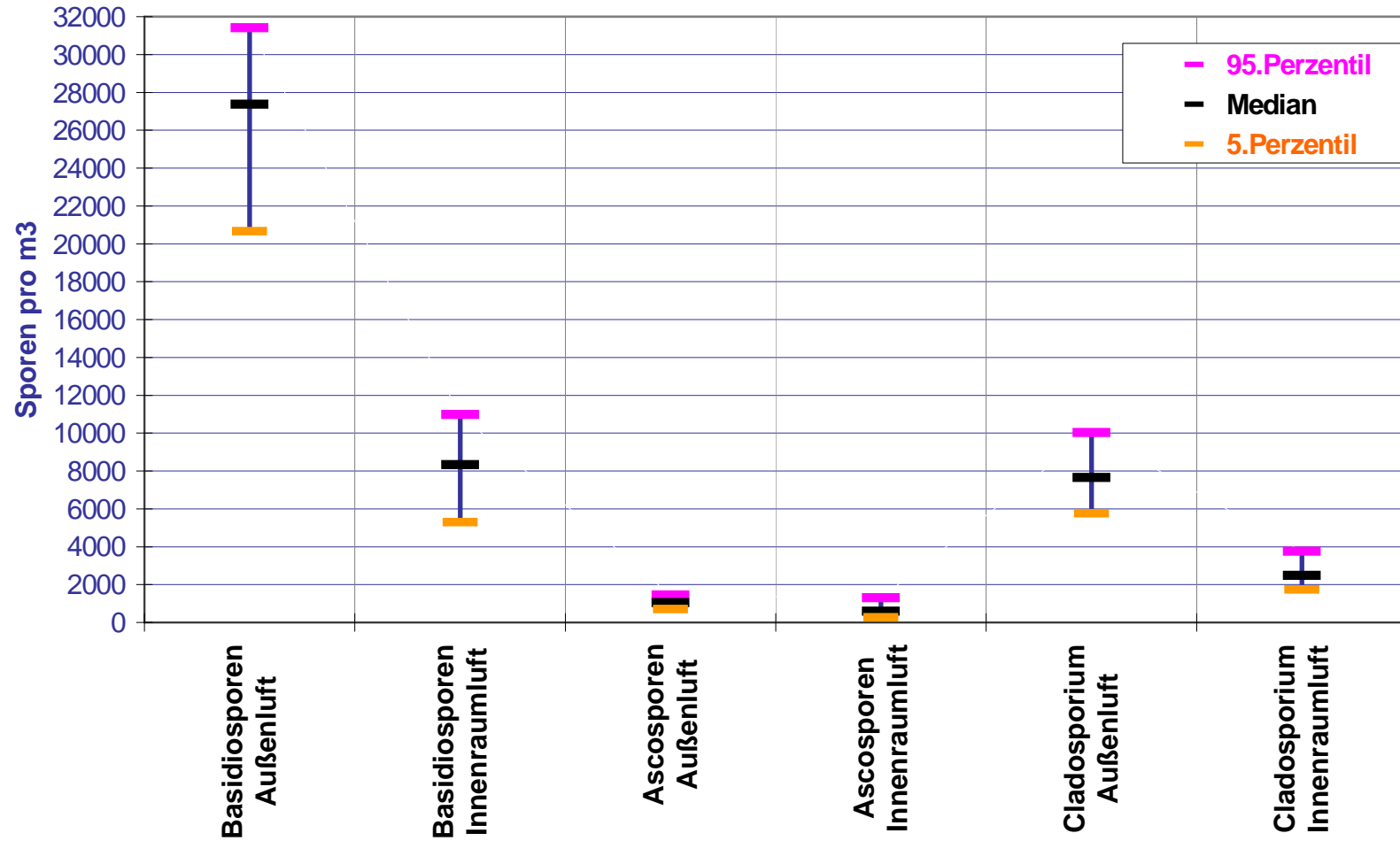


Diagramm 11: Zusammensetzung der Gesamtsporenkonzentrationen nach Sporentyp, Teil 2

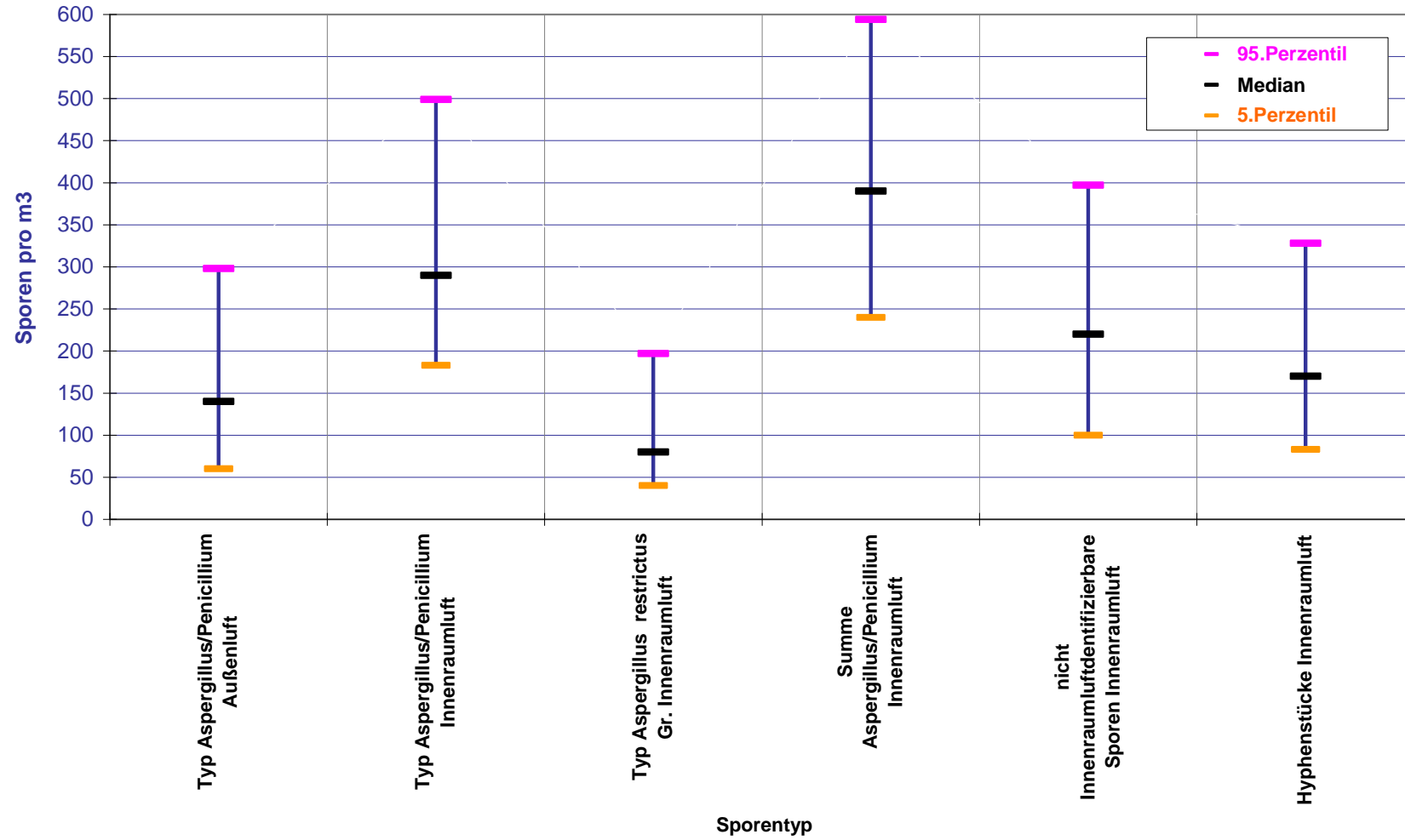
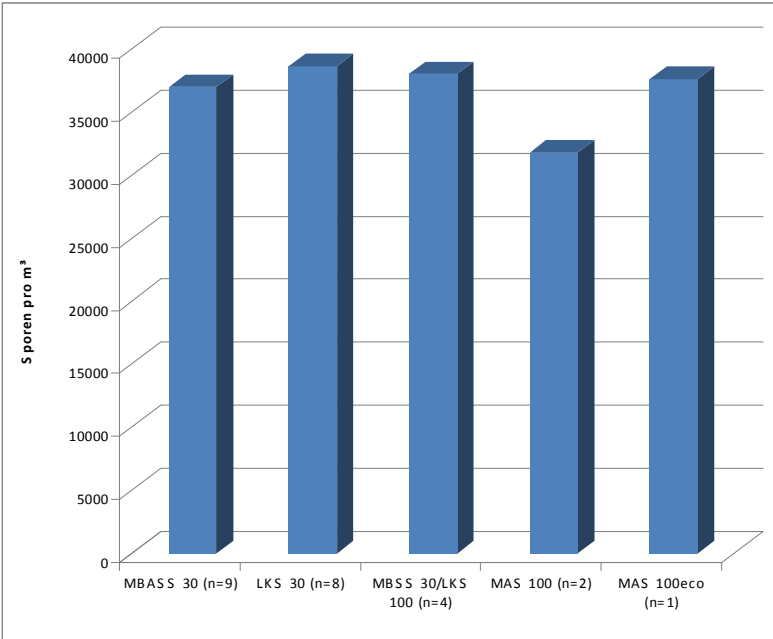


Diagramm 12: Gesamtporenkonzentrationen nach Gerätetypen in der Innen- und Außenluft (Partikelsammlung)

Außenluft



Innenluft

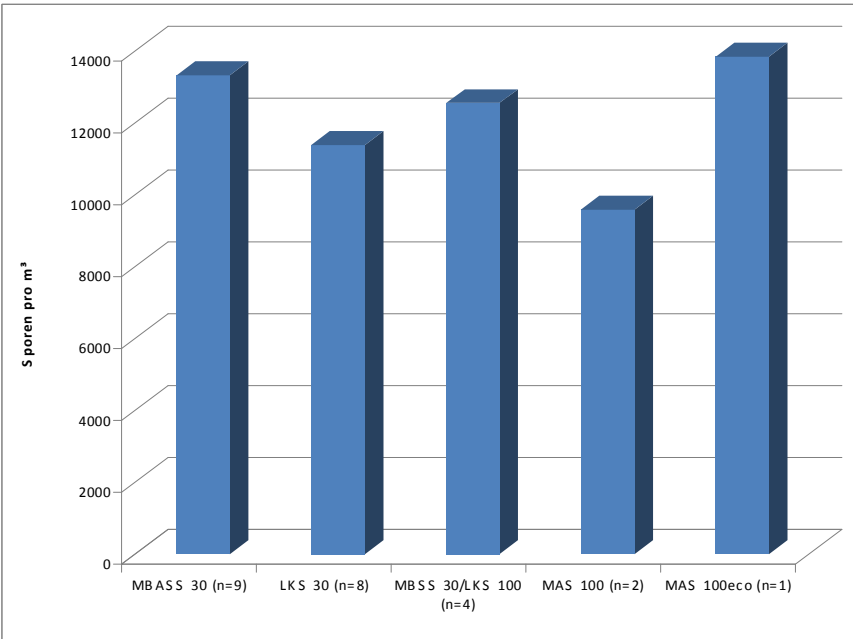


Diagramm 13: Auswertung der Prüfberichte

Teilnehmer	Eindeutige Identifikation	Beschreibung Aufgabenstellung	Vorgehensweise	Probenahmegeräte	Probenahmebedingungen	Bewertungsgrundlagen	Ergebnisdokumentation	klare Gliederung	unnötige Informationen	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschießen	Innenraumquelle wahrscheinlich	Ergebnis unklar	Gesamtsporenbestimmung durchgeföhrt?	Weitere Untersuchungen empfohlen?	eigene Auswertung Kultivierung	eigene Auswertung Gesamtsporen	Filtration
1	jein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja				nein	nein	ja		
2	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja		ja			ja	nein			
3	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein		ja			ja	ja			
5	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja				nein	nein			
7	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein		ja			ja	ja		ja	
8	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja				ja	nein			
9	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein			ja		ja	ja			
13	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	jein	ja				nein	ja			
14	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein		ja			nein	ja			
15	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja				ja	nein	ja		ja
18	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja				ja	nein			ja
20	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja				ja	nein			
21	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja				nein	nein	ja		
22	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja			ja	ja	ja			
24	ja	jein	ja	ja	jein	ja	jein	ja	nein	ja			ja	ja	nein			
25	ja	jein	nein	ja	jein	ja	ja	ja	nein	ja				ja	ja			
27	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja			ja	ja	ja			
29	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja				nein	ja	ja		
36	ja	ja	ja	ja	jein	ja	ja	ja	jein	ja				nein	nein	ja		
37	jein	nein	nein	jein	jein	ja	ja	jein	nein	ja				nein	nein			
38	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja				ja	nein			
40	ja	jein	nein	ja	jein	ja	ja	jein	jein	ja				nein	nein			