



**FILTERUNG DER
VITRINENLUFT
MITTELS DER
FILTERBOX VON
REIER**

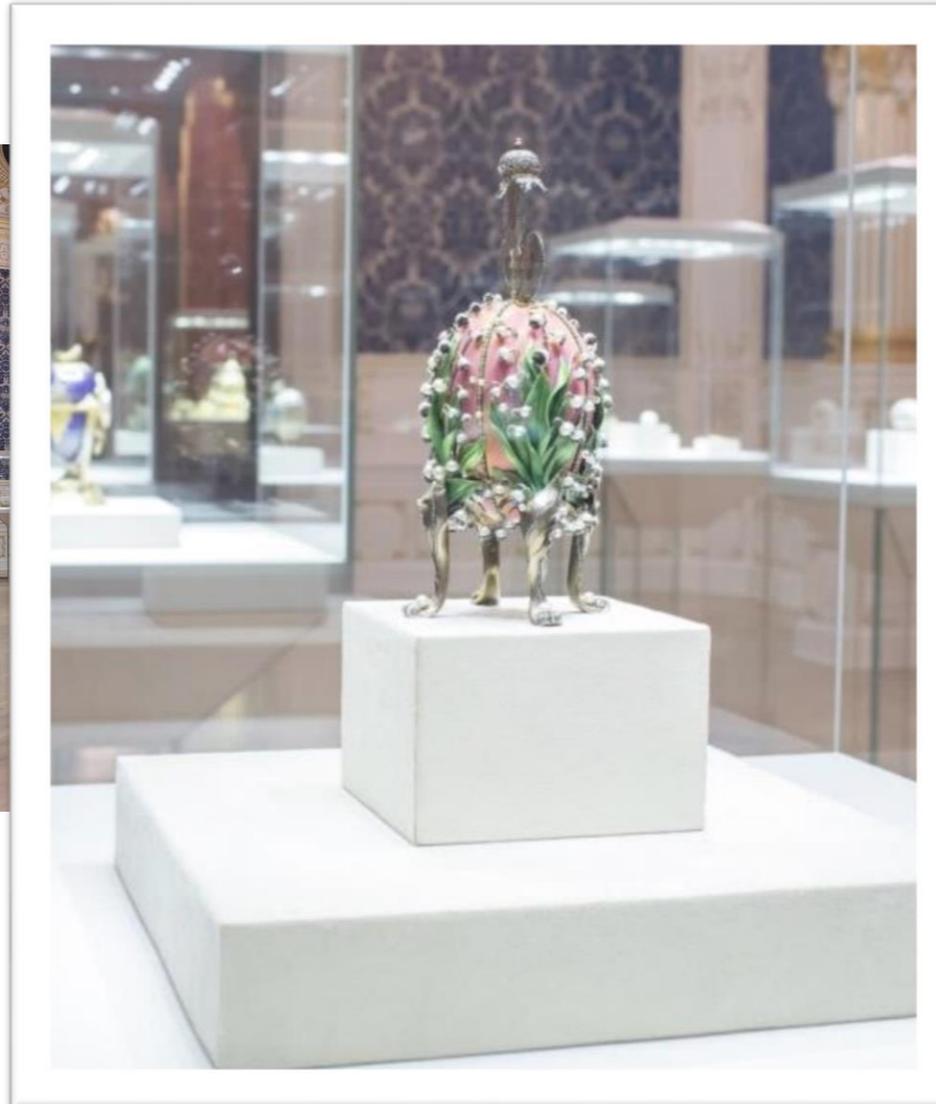
EINFLÜSSE AUF DIE SICHERHEIT EINER VITRINE UND IHRES EXPONATES



EINFLÜSSE AUF DIE SICHERHEIT EINER VITRINE UND IHRES EXPONATES

Schutz gegen Gewalteinwirkung bzw.
Unerlaubtes Eindringen
(Alarm- und Öffnungstechnik,
Verglasung, konstruktive Ansätze)

Licht

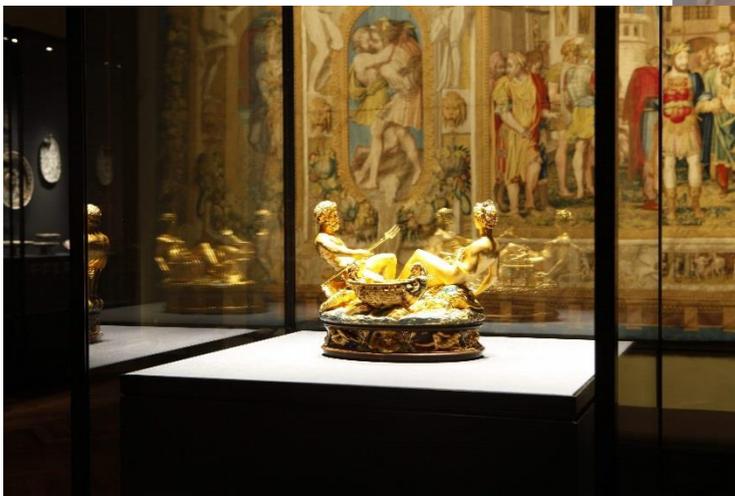


Staub und Schadstoffe

(Vitrinendichtheit, Materialien,
Exponate, Prüfung, Filterung)



Temperatur, Feuchtigkeit



KONSERVATORISCHER SCHUTZ

Europäisches Forschungsvorhaben „MEMORI“:

- Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes „MEMORI“ wurden die aktuelle Situation und das Management der Innenraumluftqualität (IAQ) in europäischen Museen, Archiven und Bibliotheken erfragt.
- Ziel war es, das Ausmaß der Anwendung dieser IAQ - Messungen zu ermitteln.
- Die Auswertung der Umfrage zeigte, dass sich viele Museen des Risikos fehlender Messungen der Innenraumluftqualität (IAQ) für die Objekte in ihren Sammlungen nicht bewusst sind.

- *Was ist zu tun?*

- **Regelmäßige Messungen der Luftqualität (Monitoring) in Museen, Vitrinen, Archiven, Depotschränken etc. und die entsprechende Auswertung sind unbedingt erforderlich.**
- **Sie sollten Bestandteil des jährlichen Budgets der Museen sein.**

KONSERVATORISCHER SCHUTZ

Allgemeine Herangehensweise

- **Größtmöglicher Ausschluss aller Unbekannten**
 - Heutige **dichte Vitrinen** (1/10 Dichtheit) haben häufig Nachteile
 - „Das was drinnen ist, kommt schlecht wieder heraus.“ → Anreicherung von VOC's aus Exponaten, Vitrinen-Baumaterial und auch Immissionen aus den Räumen möglich
- **Generelle Auswahlkriterien für Vitrinen-Baumaterial**
 - Inerte Stoffe → Glas / Edelstahl
 - pulverbeschichtetes Metall
 - emissionsarmer Klebstoff / Dichtstoff
 - keine Verwendung von organischem Material (Holz, Stoffe,...)
- **Auswahl des Vitrinen-Baumaterials aus konservatorischer Sicht** (Voraussetzung, dass es technologisch für die Fertigung von Vitrinen geeignet ist)
 - Gängige Testverfahren und Erweiterungen:
 - Oddy Test
 - BEMMA Testverfahren
 - REIER Ausfällungstest
 - **NEU: REIER Emissions-Prüfung: Ermittlung des Abklingverhaltens** von verschiedenen Materialien inkl. Dichtstoffen sowie Messungen der VOC - Konzentration der Luft in Vitrinen und Museumsräumen mittels **PID** – Messgerät (PID = Photoionisationsdetektor)

Erkenntnis :

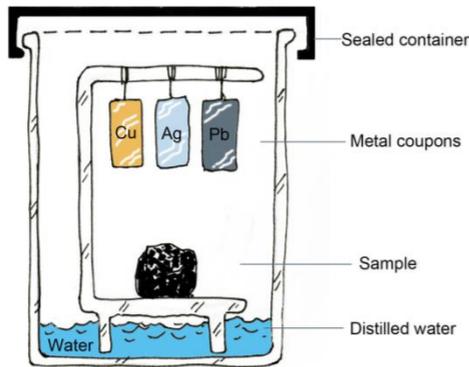
Je nach Dichtheit der Vitrine, selbst wenn sie zu 100 % aus emissionsfreien Materialien herstellbar wäre (Theorie), reichern sich auch in Abhängigkeit von der in Museumsräumen anzutreffenden Luftqualität und den ggf. aus den Exponaten selbst emittierenden Gasen über längere Zeit Schadstoffe in der Vitrine an.

So wird die Vitrine selbst zur Gefahr für das Kunstgut.

KONSERVATORISCHER SCHUTZ

Gängige Testverfahren

Oddy Test



- klassisches Verfahren
- viel Wissen vorhanden
- subjektiv

BEMMA Verfahren / emissionsarme Materialien

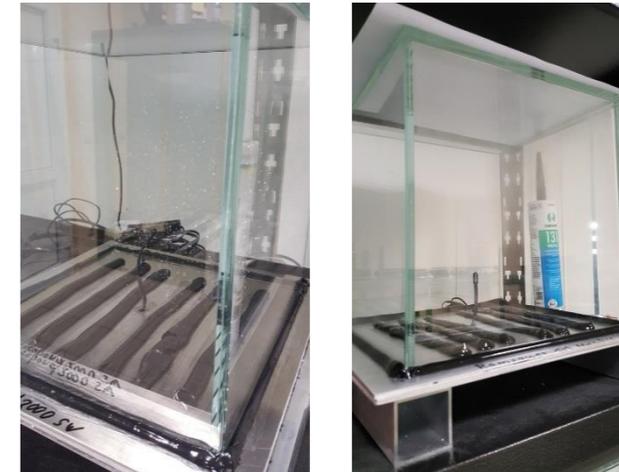
Tabelle 11: VOC-Tenax® Ergebnisse als Toluoläquivalent [BG (TÄ) für die Komponenten > 5 µg/m³]

Substanzen [#]	Konzentration [µg/m³]
Hexamethylcyclotrisiloxan	360
Oktamethylcyclotetrasiloxane	48
Decamethylcyclopentasiloxane	97
Dodecamethylcyclohexasiloxane	550
Tetradecamethylcycloheptasiloxane	330
Siloxane (SVOC)	20

[#] Identifiziert über Spektrenbibliothek (keine exakte Identifizierung)!

- Festgelegte Randbedingungen zu Probengröße und Versuchsausführung
- Qualitative und quantitative Bewertung aller emittierenden Bestandteile
- Grenzwerte vorhanden

REIER Ausfällungstest



- Einbringung versch. Materialien in eine aufgeheizten Atmosphäre
- interaktive Reaktionen von verschiedenen Materialien können erkennbar gemacht werden (wässrige, ölige Niederschläge, Kristallbildung)

→ bei Bestehen aller Prüfverfahren gibt es einen guten Schutz für die Exponate !? Ja aber, ...

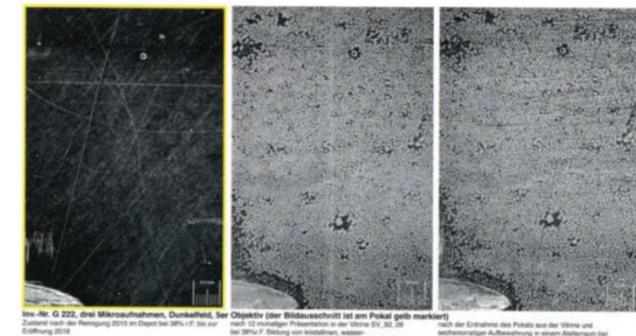
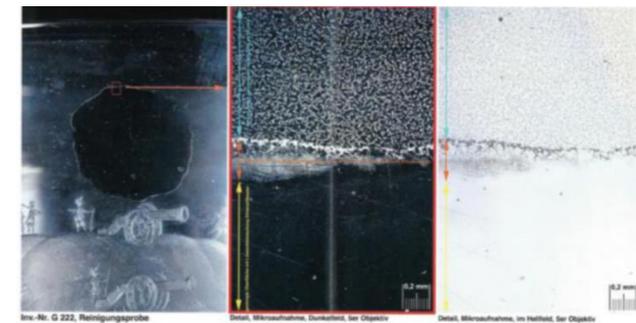
KONSERVATORISCHER SCHUTZ

Phänomene trotz umfassender Materialprüfung

- „Staubige / kristalline“ Niederschläge auf mit Wachs behandelten Oberflächen → wahrscheinlich zurückzuführen auf Piperidinol - Verbindungen im Dichtstoff und ggf. durch Emissionen aus den Räumen
- Beim Testen des Dichtstoffes konnte die Verbindung nicht zugeordnet werden und tauchte als Unbekannte in der Auswertung auf
 - Jeder Test hat Grenzen.
 - Die Ergebnisbewertung ist schwierig. Die Schädigungspotentiale bei der Reaktion von Emissionsbestandteilen untereinander sind schwer zu bewerten.
- Verstärkte Glaskorrosion bei chemisch instabilen Gläsern
 - Vermutlich zurückzuführen auf eine Vitrinenteilklimatisierung mit ungefilterter Frischluftzuführung vom Museumsraum in Verbindung mit Eichen-Holzfußböden und anderen Materialien (Ergebnisse stehen noch aus)

Resümee

- Trotz umfassender Materialauswahl wird man komplexe Interaktionen zwischen Emissionen aus Exponaten, Vitrinen-Baumaterialien und letztendlich auch den Museumsräumen selbst nicht vermeiden können (eine Vitrine ist nie 100% dicht)
- Auch bei gründlicher Auswahl der Baumaterialien sollten Vitrinen für den Einbau von Filtertechnik vorbereitet bzw. generell mit Umluft-Filtertechnik versehen werden



EMISSIONSPOTENTIAL DICHTSTOFFE

- Raumluft Durchschnitt über 100 Tage: 2.000 (min. 172, max. 12.500) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Werte über 4.000 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] nur an Tagen mit Reinigungsarbeiten
- Eigenschaften der geprüften Dichtstoffe:
 - BEMMA + Oddy Test bestanden
 - 1k und 2k, Alcoxy Silikone

Versuchsaufbau

- UV verklebte Glashaube mit Dichtung auf Metallplatte stehend
- 800x800x800 [mm^2] = 0,512 m^3
- 50g Dichtmaterial frisch auf Glasträger

Ablauf der Messung

- Tag -14: Dichtstoff auf Glasplatte aufgebracht
Dichtstoff lüftete 14 Tage im Raum aus
- Tag 0: Glasplatte mit Dichtstoff in Haube gelegt und Haube sofort geschlossen
- ab Tag 1: täglich Summen – VOC – Wert in Raum und Haube gemessen

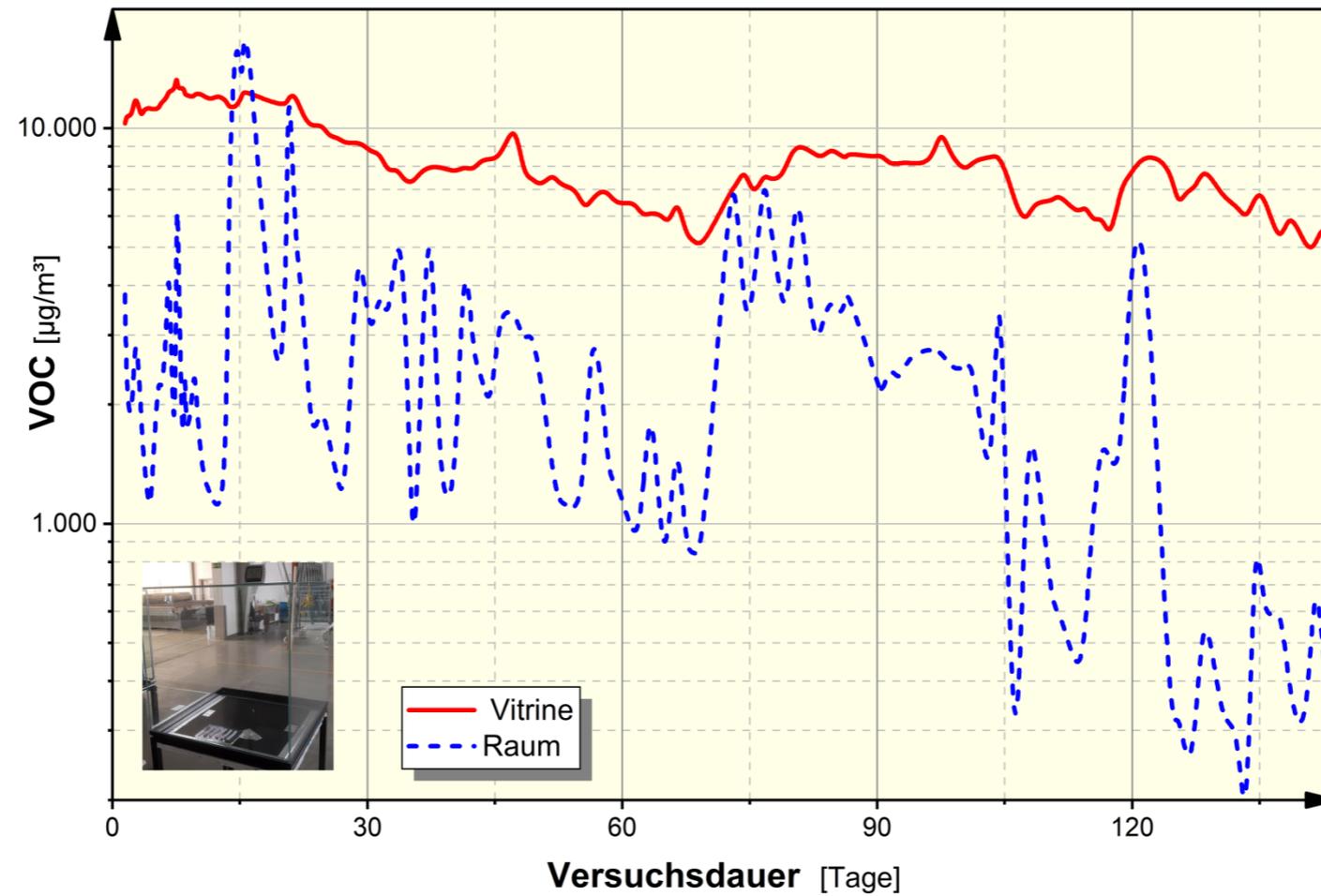


ppbRAE 3000 PID Messgerät

EMISSIONSPOTENTIAL DICHTSTOFFE

Ständig geschlossene Vitrine ohne Filterbox mit 50g Dichtstoff Typ N

(Dichtstoff wurde vor Einbringung in die Vitrine 14 Tage im Raum ausgelüftet.)



ZWISCHENFAZIT

- Trotz modernster Prüfmethode und Materialauswahl gibt es Emissionen in den Vitrinen
 - Restemissionen aus dem Vitrinenbaumaterial (auch immer stark abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit)
 - Emissionen aus Exponaten
 - Immissionen eingetragen von außerhalb der Vitrine
- über die eigentliche „Belastung“ an VOC's besteht häufig kein Wissensstand
- Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes „MEMORI“ 2010 - 2013 konnten die wenigsten Museen, wie bereits erläutert, eine Auskunft über die Luftqualität im Museum und in den Vitrinen geben.

Maßnahmen

- Integration von Filterung (aktiv oder passiv) um Emissionen entgegenzuwirken
- Monitoring der Luftqualitäten in Museen und Vitrinen um den Wissensstand auszubauen
- Entwicklung moderner emissionsarmer Dichtstoffe speziell für den Vitrinenbau

ZWISCHENFAZIT

Forschungsvorhaben zur Entwicklung moderner emissionsarmer Dichtstoffe speziell für den Vitrinenbau

- Wird zur Zeit im Rahmen des Bundesmodellvorhabens bearbeitet.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

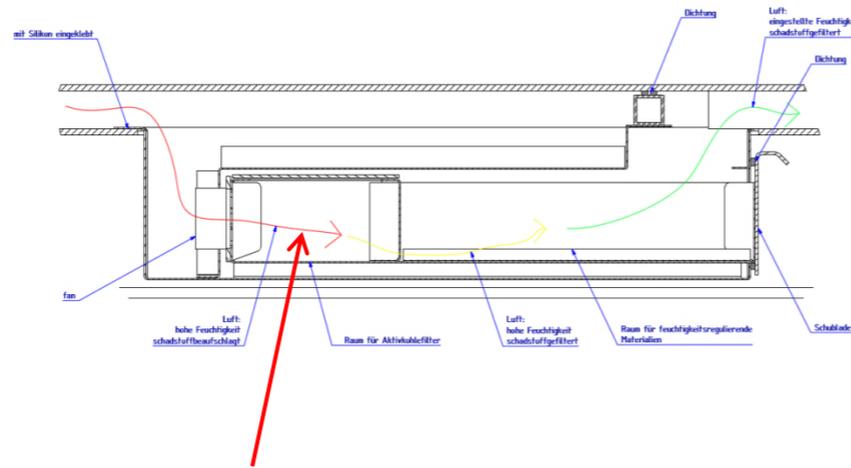
- Projektträger : **Vitrinen- und Glasbau REIER GmbH**
- Projektlaufzeit : 01.07.2021 bis 31.12.2021
- Titel des Projektes : Entwicklung eines emissionsarmen 1 – komponentigen Silikonklebstoffes mit spezieller Eignung für alle musealen und ausstellenden Bereiche
- Aufgabenstellung und Ziele :
 - Der Projektträger entwickelt einen äußerst emissionsarmen 1-komponentigen Silikonklebstoff für den Bau von Hightech – Vitrinen für Museen, Archiven und Bibliotheken.
 - Die dabei entstehenden Labormuster werden auf ihre Eignung für die Produktion von Museumsvitrienen untersucht. VOC – Messungen werden ausgeführt und mit Messungen bei bekannten Silikonklebstoffen für den Vitrinenbau verglichen.
 - Nach Abschluss des Projektes soll mit den entwickelten Rezepturen der neue Klebstoff und der zugehörige Primer produziert werden.

FILTERGERÄTE

Neben der Materialauswahl nach den neusten Tests und Erkenntnissen sollte zum präventiven Schutz der Exponate der **Vitrineninnenraum gefiltert** werden.

Verschiedene Gerätespezifikationen sind anwendbar

- „Klimakasten“ mit **Prosorb**, Aktivkohlegewebe und Lüfter
Auch zum Nachrüsten!
- **separates Filtermodul**
mit Aktivkohlegranulat
- **Wichtig! Luftführung von / zur / in der Vitrine, Elektroanschluss und Serviceraum**



Auch hier kann für den Betrachter unsichtbar die neu entwickelte Filterbox A eingesetzt werden. Praktische Versuche ergaben die gleiche Wirkung wie das Positionieren auf dem Einlegeboden.



- Nov. 2020 - Besichtigung von Vitrinen in der Ausstellung „Weltsicht und Wissen“ im Residenzschloss Dresden
- Prüfung auf Integration einer Filterung



FILTERGERÄTE

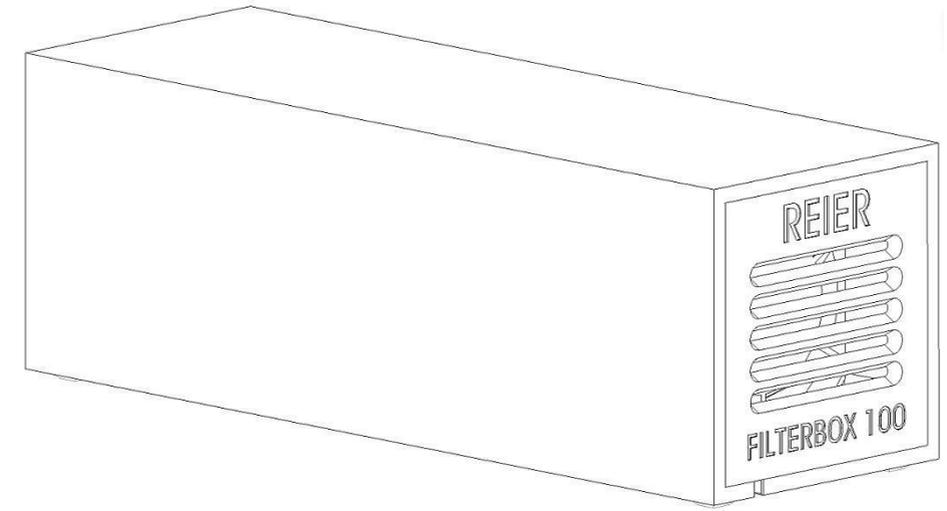
Erkenntnis: geringfügigste Emissionen aus Vitrinenbaumaterialien können eine Wechselwirkung mit Emissionen aus Exponaten und den Museumsräumen eingehen und ein Schädigungspotential in den Vitrinen entwickeln

Jedoch: chemische Analyse aller möglichen Wechselwirkungen im Vorfeld eines Ausstellungskonzeptes ist nicht machbar

Diese Überlegung brachte uns zur Entwicklung unserer neuen, preiswerten sowie einfach und unkompliziert zu handhabenden **FILTERBOX**.

Was wird gefiltert?

- flüchtige organische Verbindungen (VOC's)
 - Ameisensäure, Essigsäure
 - Formaldehyd, Acetaldehyd
 - Kohlenwasserstoffe, Alkohole
- Stickoxide
- Schwefelwasserstoff
- sowie weitere Emissionen



Die **Sorptionsmittel** gewährleisten je nach Auswahl eine breite **Adsorption, Absorption** und auch **chemische Bindung** von **Schadgasen**.

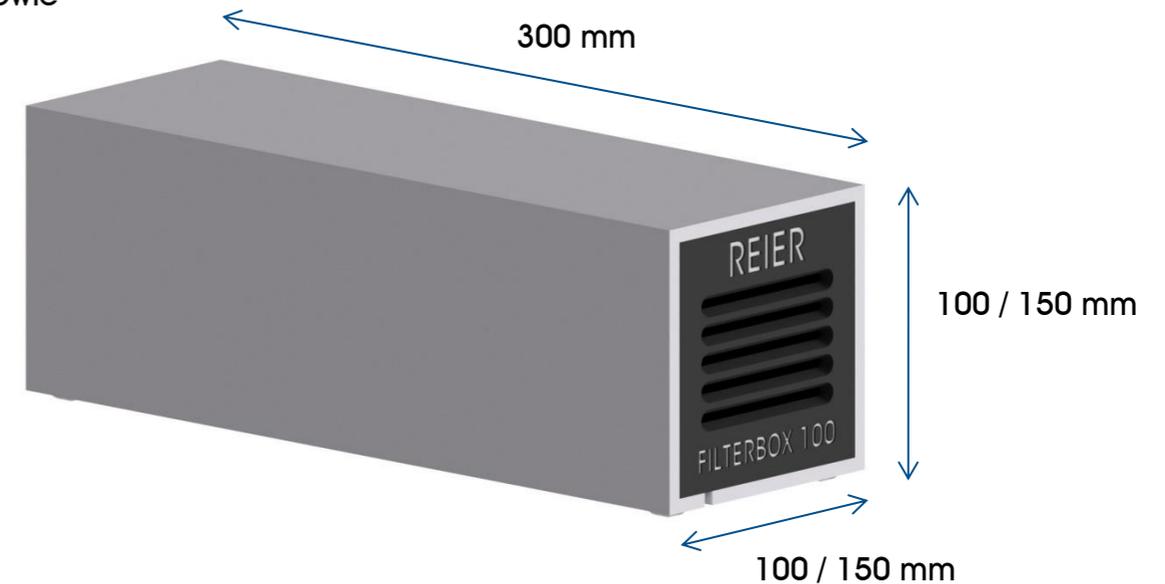
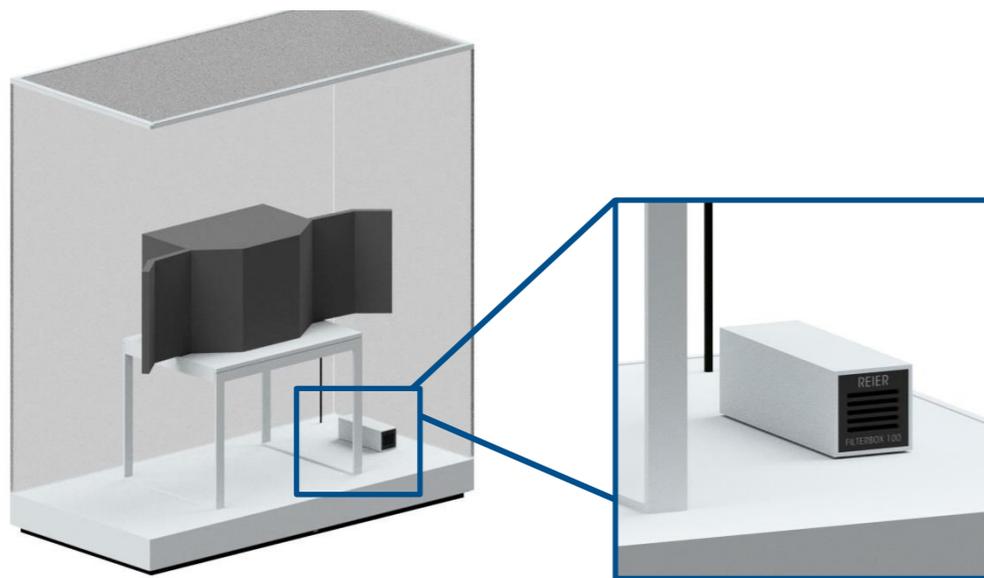
Beim Vorliegen einer **chemischen Vollanalyse der Vitrinenluft** ist eine **exakte Bestimmung**

der **Zusammensetzung des Sorptionsmittels** möglich.

FILTERGERÄTE - VARIANTEN

Variante A: beidseitig mit Lüftungsgittern

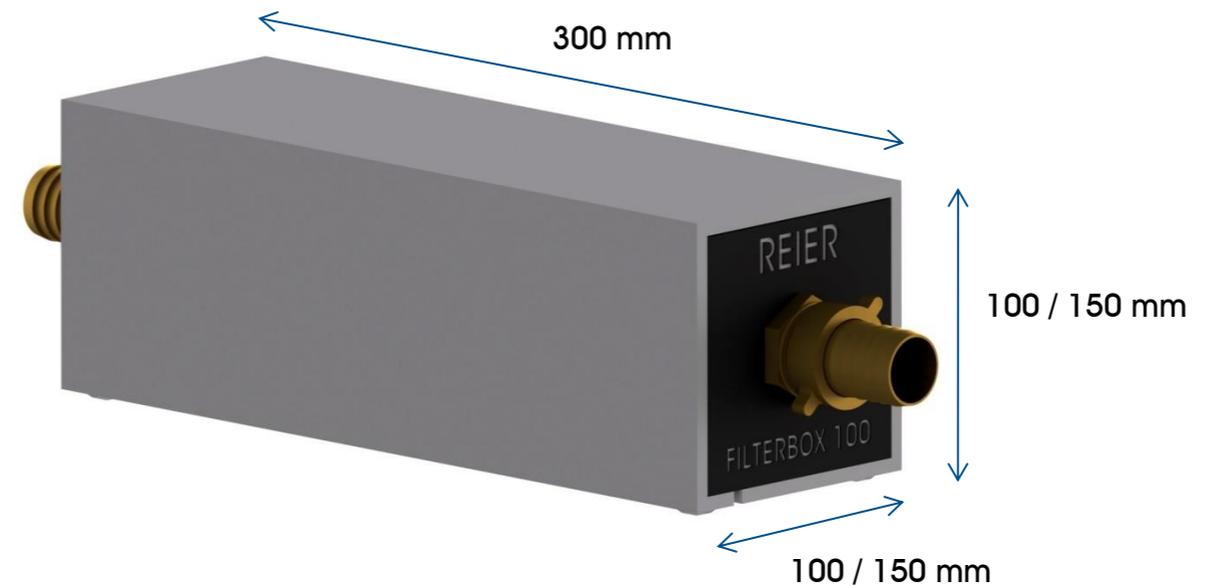
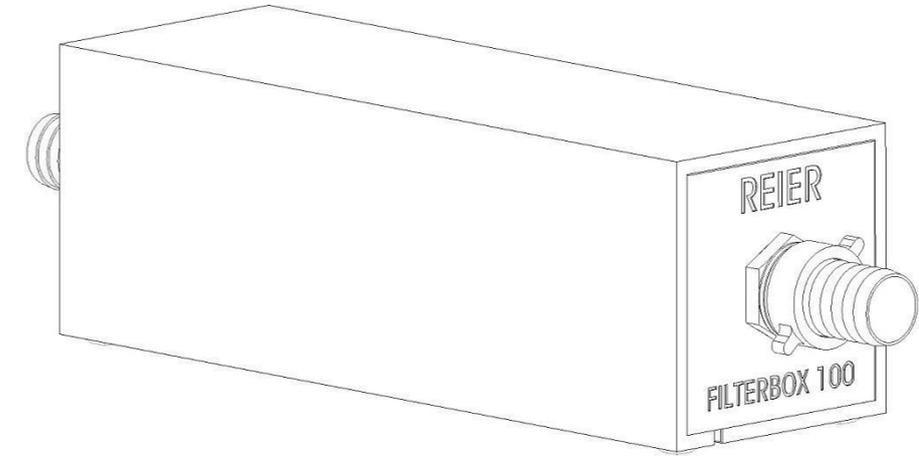
- Schlichtes Design, ermöglicht den sichtbaren Einsatz auf dem Einlegeboden
- Umluftfilterung ohne aufwändige konstruktive Ausführung oder Umbau von Vitrinen möglich
- Der sichtbare Einsatz ermöglicht mit geringem Aufwand auch die Nachrüstung von Bestandsvitrinen
- Einzige Voraussetzung: vorhandener Netzanschluss zur Spannungsversorgung (230 V oder 12 V) sowie geeigneter Durchbruch zur Kabeldurchführung



FILTERGERÄTE - VARIANTEN

Variante B: beidseitig mit Schlauchanschlüssen

- Geringe Baugröße ermöglicht die **verdeckte Installation** in der Vitrine
- Gezielte Luftströmung durch Schläuche
- Bereits bei der Neuanschaffung von Vitrinen planerisch berücksichtigen oder Vitrinen für den nachträglichen Filtereinbau planen (Anschlussmöglichkeit für Luftschläuche an das Bodenblech, umlaufende Zirkulationsfuge am Einlegeboden)
- Demontage des Messing-Schraubverschlusses erfolgt werkzeuglos



FILTERGERÄTE - VARIANTEN

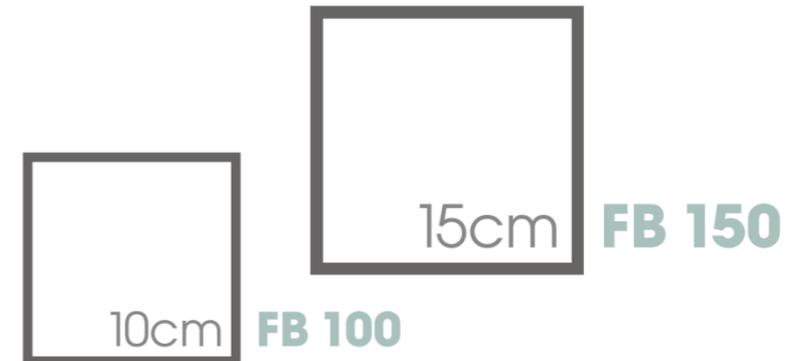
Gemeinsamkeiten beider Varianten A und B

- Jeweils 2 verschiedene Baugrößen
- Gehäusekomponenten aus emissionsfreiem Kunststoff und Aluminium
- Edelstahlclips zum werkzeuglosen Austausch des Filtermaterials
- 2x Feinstaubfilter EU5
- Filtermaterialschüttung: in der Regel Aktivkohlegranulat
- Niedervolt - Axiallüfter
- Spannungsversorgung (sichtgeschützt an der Unterseite)
- Farbgebung: Gehäuse pulverbeschichtet in Weißaluminium (RAL 9006) und Tiefschwarz (RAL 9005), andere Farben als Pulverbeschichtung auf Anfrage



Baugrößen

- Querschnitt 10 cm (FB 100) und Querschnitt 15 cm (FB 150)
- FB 100 für Vitrinen bis 3 m³ Volumen, FB 150 für Vitrinen ab 3 m³



FILTERGERÄTE - WARTUNGSMÖGLICHKEITEN

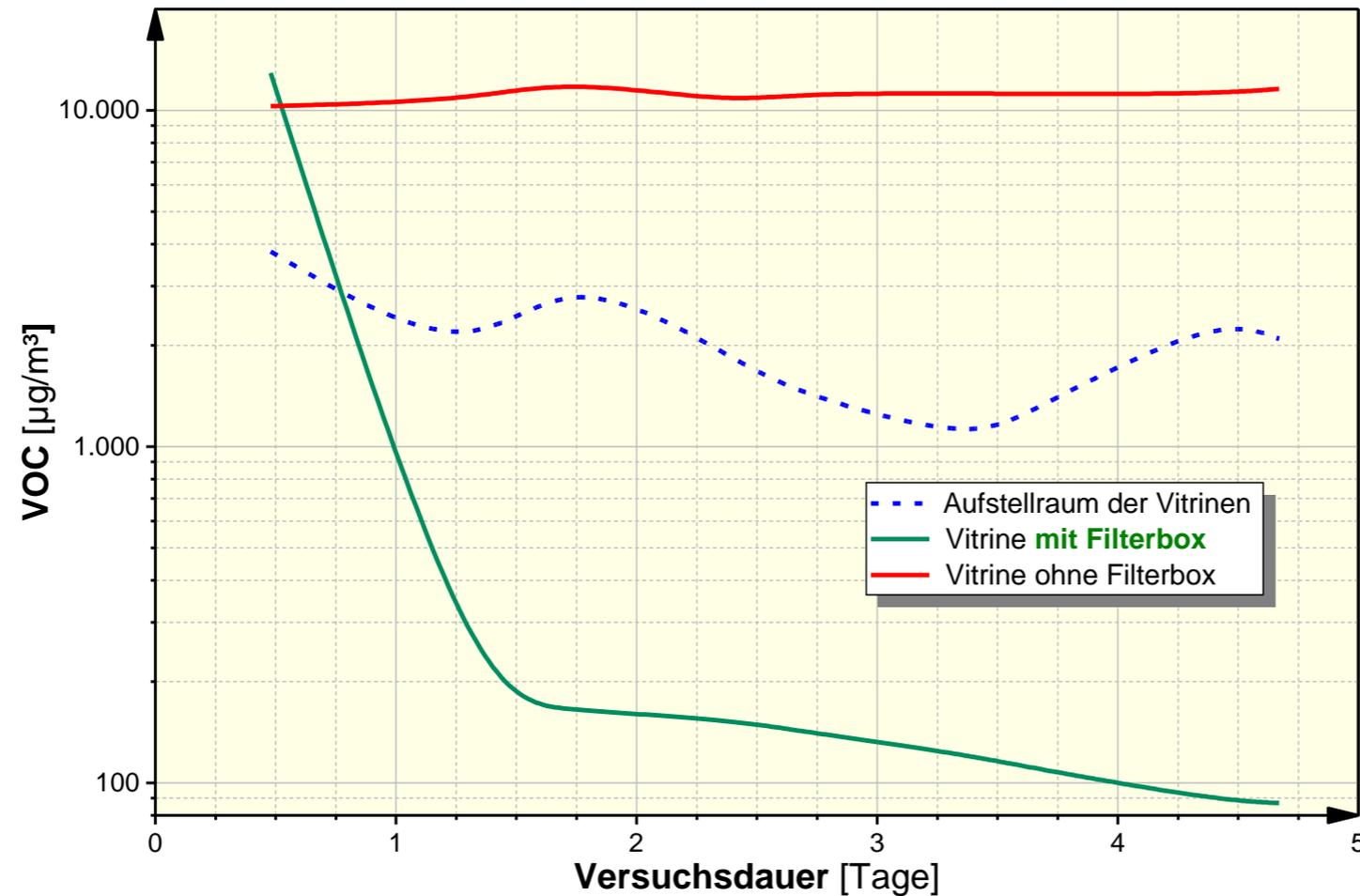
- sämtliche Wartungsarbeiten, wie die Trennung der Filterbox von den Schläuchen sowie der Filterwechsel, benötigen keine Werkzeuge
- einfacher Filterwechsel, indem die Lüfter- und Filtereinheit aus dem Gehäuse geschoben wird
- je nach Belastung der Vitrinenluft wird der Austausch des Filtermaterials alle 12 – 24 Monate erforderlich
- der Axiallüfter ist wartungsfrei, bei einem Defekt ist er mit wenigen Handgriffen austauschbar

Nach Anforderung sind Ersatzlüfter und portionierte, in Folie eingeschweißte Filtermaterialien lieferbar.



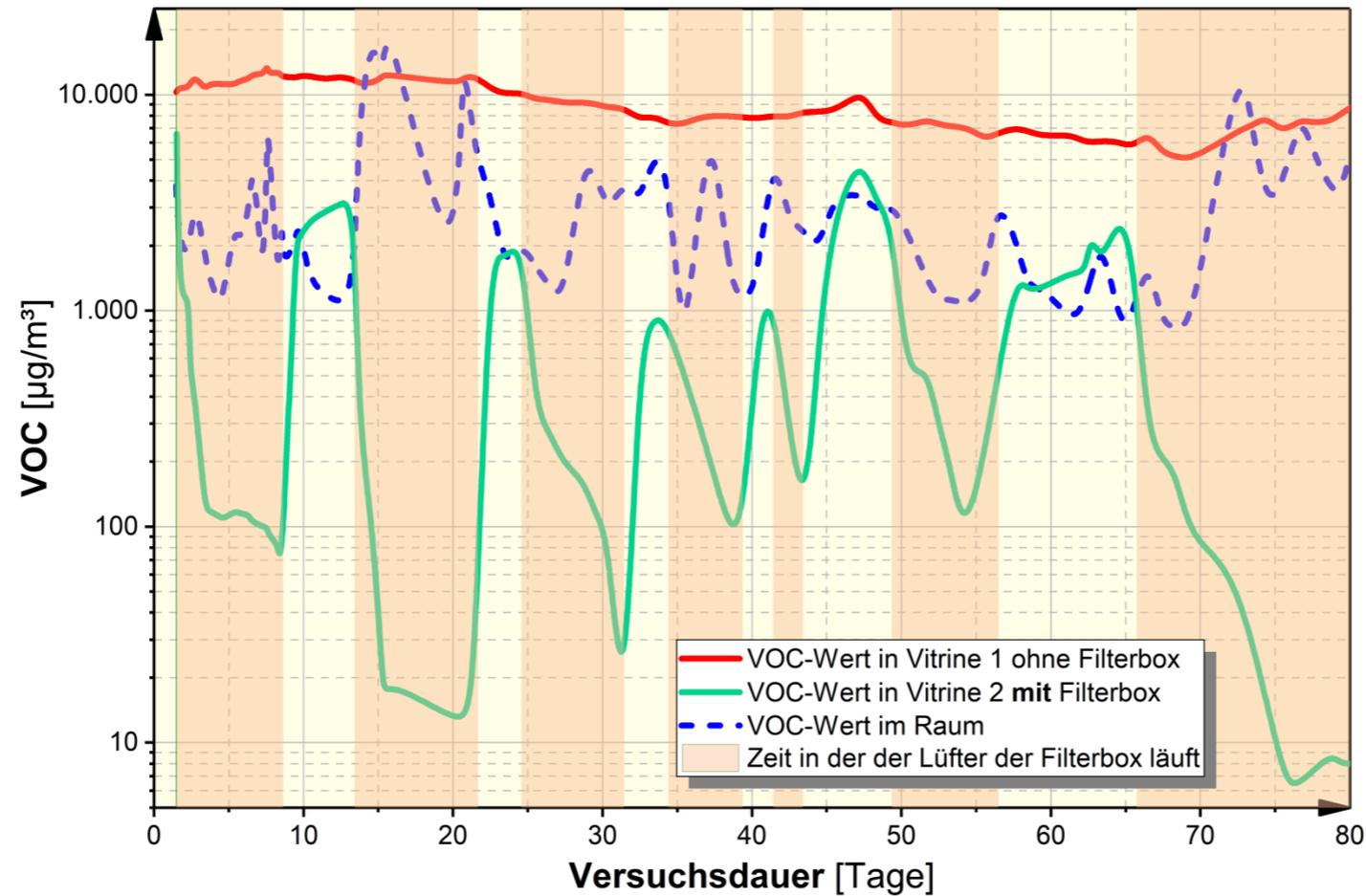
FILTERGERÄTE - WIRKSAMKEIT

Wirkung der REIER-Filterbox FB 100 in zwei baugleichen
Vitrinen mit gleicher Menge des Dichtstoffs Typ S



FILTERGERÄTE - WIRKSAMKEIT

Wirkung der REIER-Filterbox FB 100 in zwei baugleichen Vitrinen mit gleicher Menge des Dichtstoffs Typ N

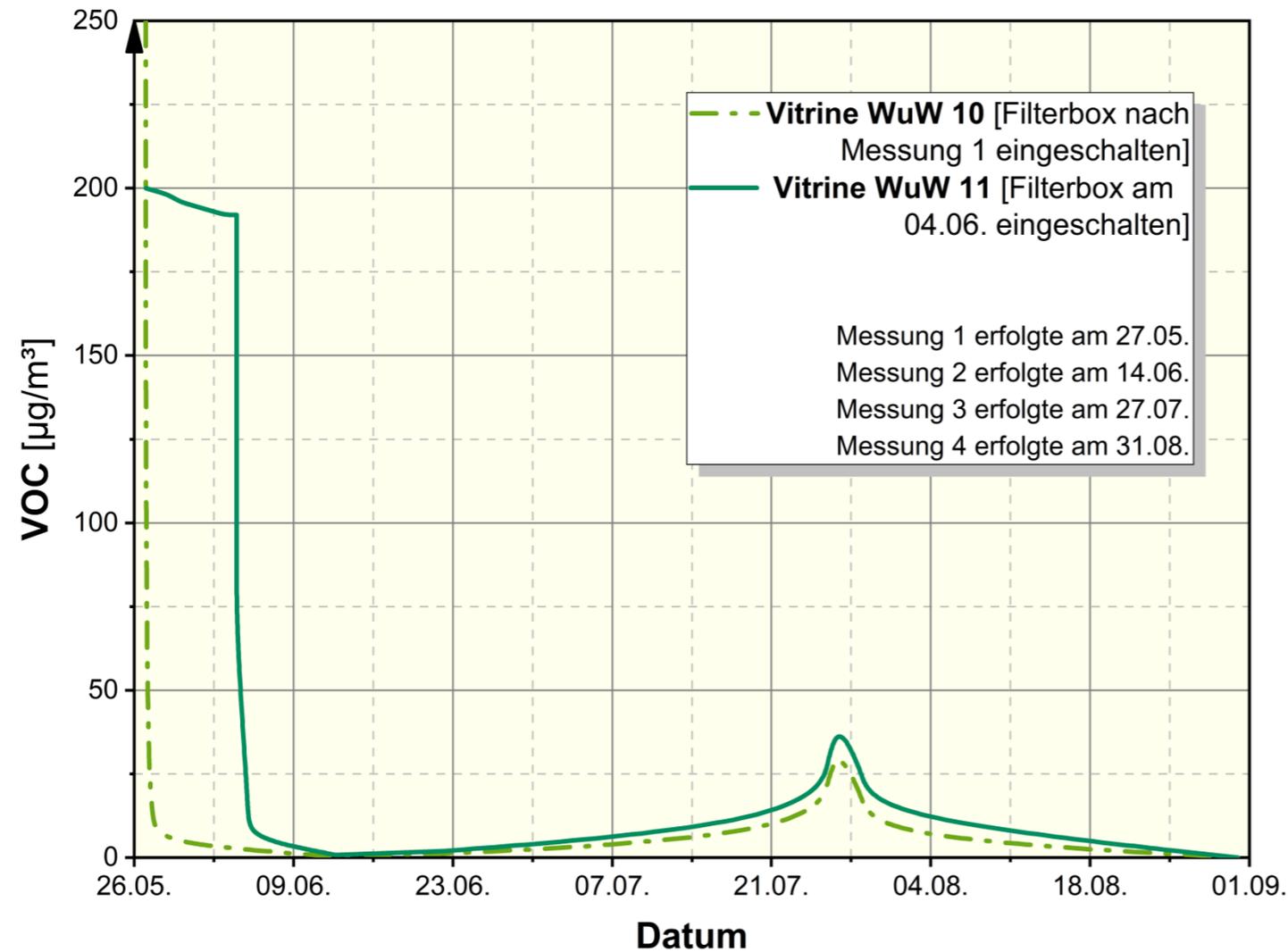


FILTERGERÄTE – INSTALLATION DRESDEN



Residenzschloss Dresden, Ausstellung Weltsicht und Wissen um 1600, installierte Filterbox Typ A (FB 100)

FILTERGERÄTE – MESSERGEBNISSE DRESDEN



Hinweis zur Interpretation:

- Bestimmungsgrenze der BAM bei BEMMA Bewertung:
 - Ameisensäure : 25 µg/m³
 - Essigsäure: 50 µg / m³
- zum Vergleich: Messung in Vitrinen einer temporären Sonderausstellung mit lackierten Einbauten aus MDF
 - V4: 20.980 µg/m³ (~4m² lackiertes MDF)
 - V3: 12.820 µg/m³ (~2m² lackiertes MDF)
 - V2: 2.980 µg/m³ (~4m² lackiertes MDF)

FILTERGERÄTE – FAZIT

- **regelmäßiges Monitoring** erforderlich, **sonst** bleibt die **Vitrine** eine **Blackbox** und wird damit zur **Gefahr für das Kulturgut**
- empfohlen wird die **Emissionsmessung der Luft in der Vitrine** vor Einbringen der Filterbox, Stunden nach der Einbringung am gleichen Tag sowie einige Monate nach Inbetriebnahme, um die fortlaufende Wirksamkeit der Filtertechnik zu überprüfen
- auch die **Raumluft** sollte unbedingt überwacht werden
- **Dienstleistungsmessungen** bietet REIER deutschlandweit an

Die Kontrolle der Umgebung, der ein Objekt ausgesetzt ist, und der vorbeugende Einsatz von aktiven und auch passiven Filtern reduziert die Notwendigkeit für eine intensive Konservierung und spart somit Kosten.

Gleichzeitig ist das ein Beitrag zur Einhaltung einer der fundamentalen ethischen ICOM - Richtlinien zum Kulturschutz, das Bewahren und Erhalten von schützenswerten Sammlungsobjekten.



ppbRAE 3000 PID Messgerät

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



Vitrinen- und Glasbau REIER GmbH

J.-S.-Bach-Straße 10 b
02991 Lauta | Germany

T +49 35722 365 0

F +49 35722 365 65

Fragen zum Vortrag an: a.dueffort@reier.de

www.reier.de

 facebook.com/reier.de

 instagram.com/reier_gmbH

© REIER 2021