Hall 4A

Chillventa Specialist Forums 2024
Chillventa Fachforen 2024

CONNECTING EXPERTS.

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
Offen im Denken

Universität Duisburg-Essen,
Institut für Verbrennung und Gasdynamik –
Nanopartikel-Prozesstechnik
Lotharstr. 1
47057 Duisburg

Institut für Umwelt & Energie,
Technik & Analytik e. V. (IUTA)
Bliersheimer Str. 58-60
47229 Duisburg

iuta forschen. vernetzen. anwenden.

09. Oktober 2024
Chillventa Fachforen 2024

Feinstaubabscheidegrade von Luftfiltern für die allgemeine Raumlufttechnik im realen Betrieb

Thomas Engelke

Das IGF-Vorhaben 21330 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Maschinenbau e. V. (FKM) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

DLR Projektträger

iuta forschen. vernetzen. anwenden.

FKM Forschung im VDMA

FLT

Motivation

Die Auswahl von RLT-Filtern erfolgt in Abhängigkeit von Außenluftqualität und Nutzungsart eines Gebäudes um notwendige/gewünschten Zuluftqualitäten zu erreichen.

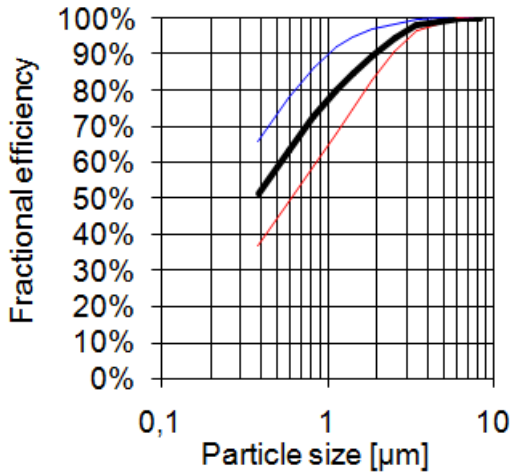
- **Welche Zuluftqualitäten werden im realen Einsatz tatsächlich erreicht?**
- **Wie ändert sich die Filterleistung von RLT-Filtern während des Betriebs?**
- **Stimmen diese Leistungsdaten aus dem Realbetrieb mit denen nach Norm überein?**

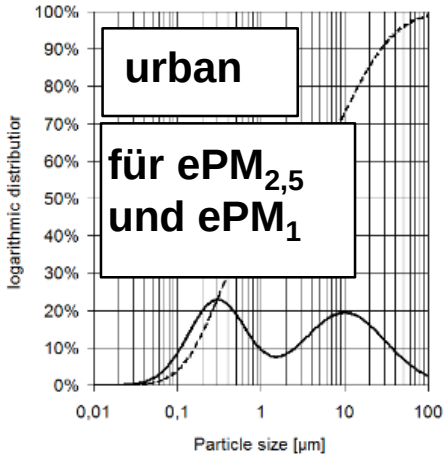
Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden diese Fragen für die Einsatzdauer von drei Monaten an einer Lüftungsanlage im Realbetrieb untersucht.

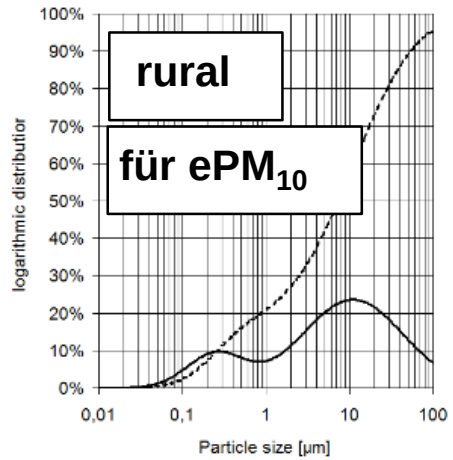
Filterklassifizierung nach DIN EN ISO 16890

Vorgehen nach DIN EN ISO 16890 (verkürzt dargestellt):

1. **Bestimmung des Fraktionsabscheidegrads im Neuzustand im Bereich 0,3 µm bis 10 µm**
2. **Konditionierung des Filters (elektrostatische Entladung)**
3. **Bestimmung des Fraktionsabscheidegrads nach Konditionierung**
4. **Gewichtung des mittleren Fraktionsabscheidegrades mit standardisierter Partikelverteilung für städtischen bzw. ländlichen Raum**
5. **Berechnung des Abscheidegrades für die Feinstaubfraktionen PM1, PM2,5 und PM10**







Filterklassifizierung nach DIN EN ISO 16890

Filterprüfstand:

Konditionierungskabinett:

Messgerät: ein optisches Aerosolspektrometer welas® 2000/2300

Prüfaerosol: DEHS und KCl

Prüflinge:

A Taschenfilter (8 Taschen / 5,9 m²), Synthetikmaterial

ePM$_1$ 67 %, ePM$_{2,5}$ 75 %, ePM$_{10}$ 91 %, Filterklasse **ISO ePM$_1$ 65 %**

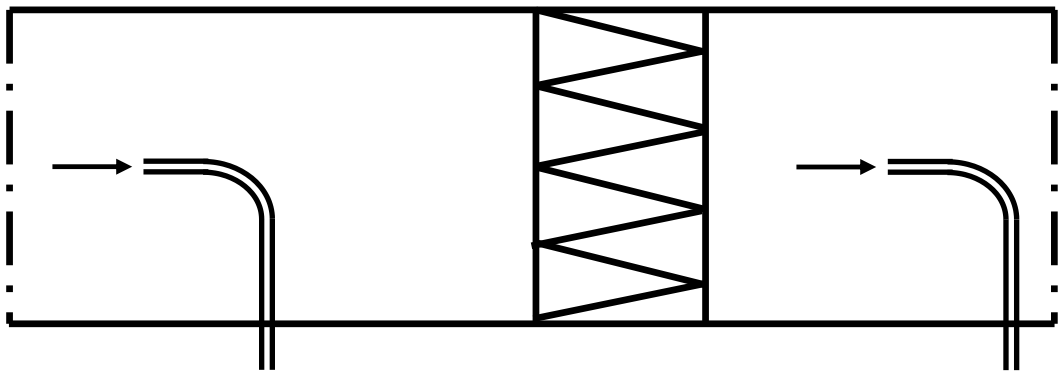
B Taschenfilter (8 Taschen / 5,8 m²), Synthetikmaterial mit Schicht aus Feinfasern

ePM$_1$ 64 %, ePM$_{2,5}$ 73 %, ePM$_{10}$ 90 %, Filterklasse **ISO ePM$_1$ 60 %**

PMx-Abscheidegradbestimmung mit Außenluft

1. Zeitgleiches Messen der PMx-Fraktionen im Roh- und Reingas während des Betriebs in der Lüftungsanlage
2. Berechnung des Abscheidegrades für die Feinstaubfraktionen PM1, PM2,5 und PM10

$$ePMx = 1 - \frac{PMx_{Reingas}}{PMx_{Rohgas}}$$



PMx_{Rohgas} $PMx_{Reingas}$

PMx-Abscheidegradbestimmung mit Außenluft

Filterprüfstand:

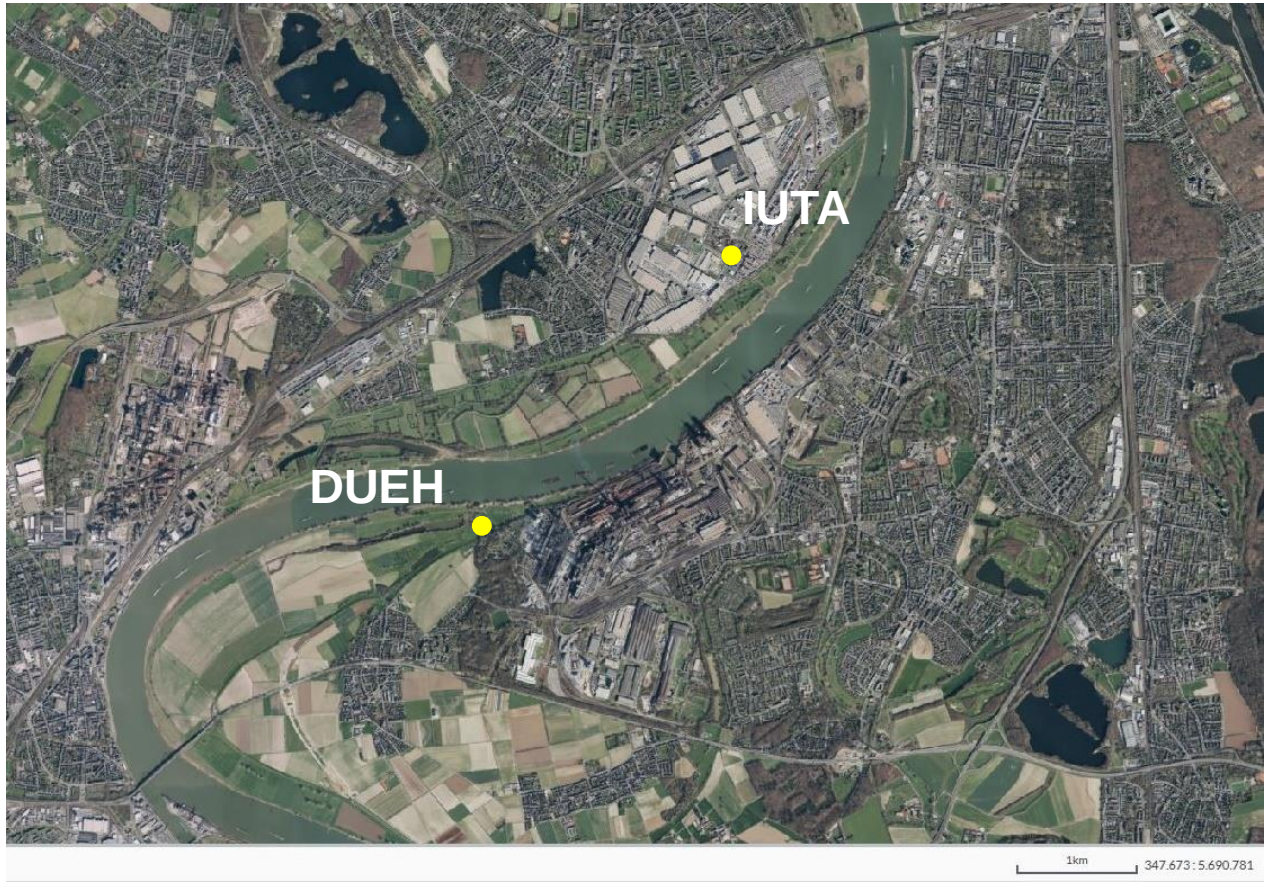
Messgeräte: zwei Feinstaubmessgeräte Fidas® Frog

Prüfaerosol: Außenluft

Prüflinge: Filter aus gleicher Charge wie Filter für Klassifizierung nach Norm

Außenluftcharakterisierung

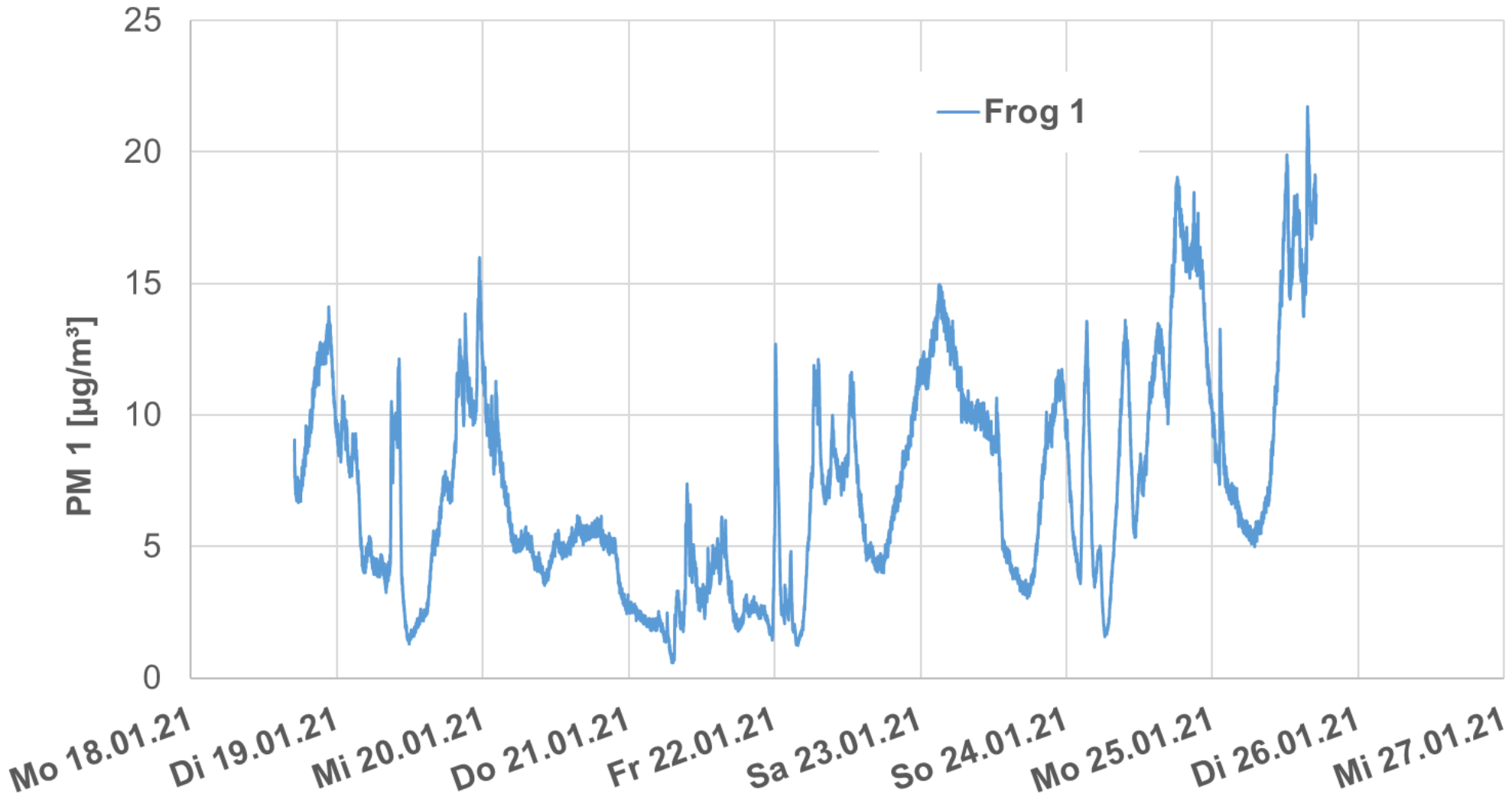
Standort: IUTA, Bliersheimer Str. 58 - 60, 47229 Duisburg



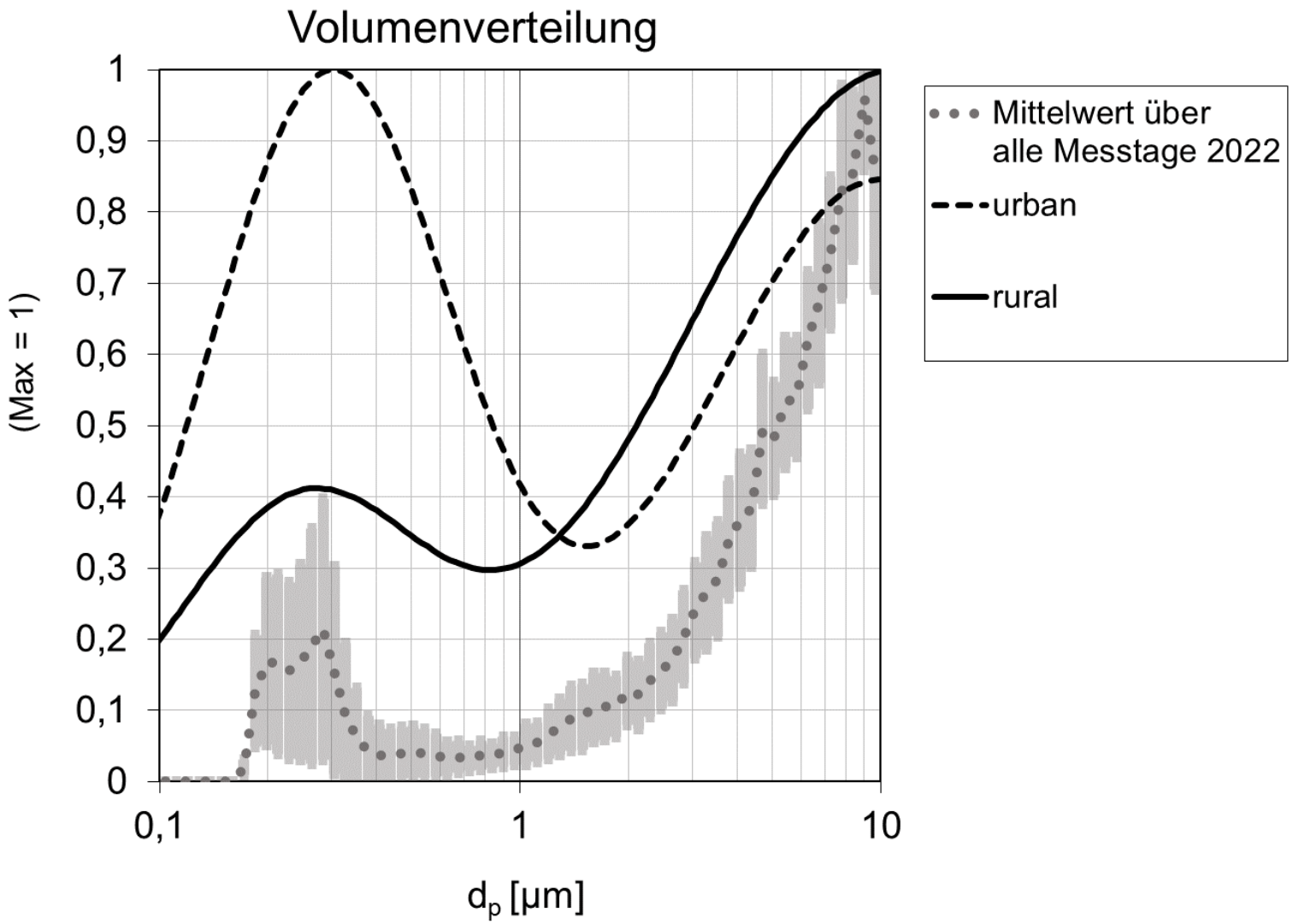
GEOportal.NRW

DUEH: Duisburg-Ehingen, PM_{10}-Messstation LANUV NRW, städtisches Gebiet, Industrie

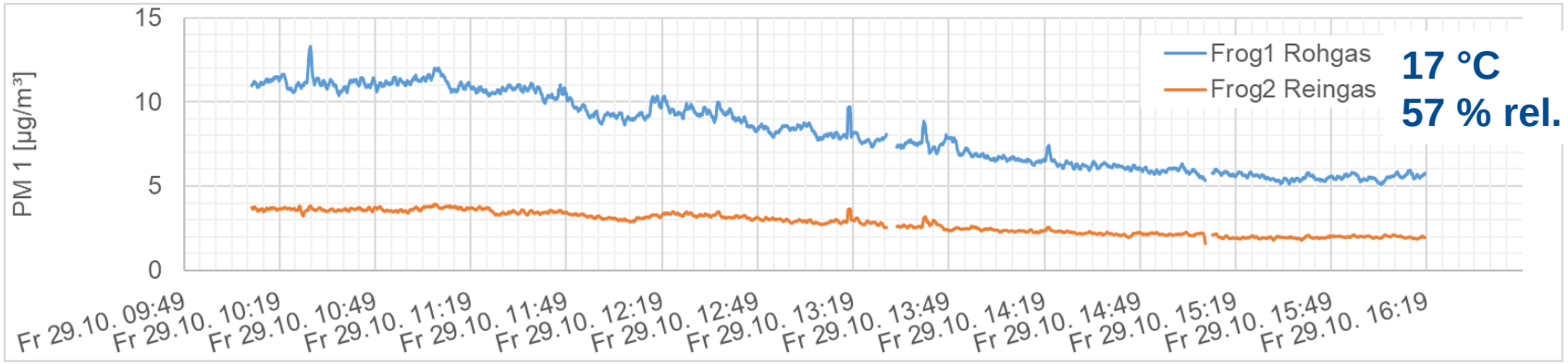
Typischer PM 1-Verlauf am Standort

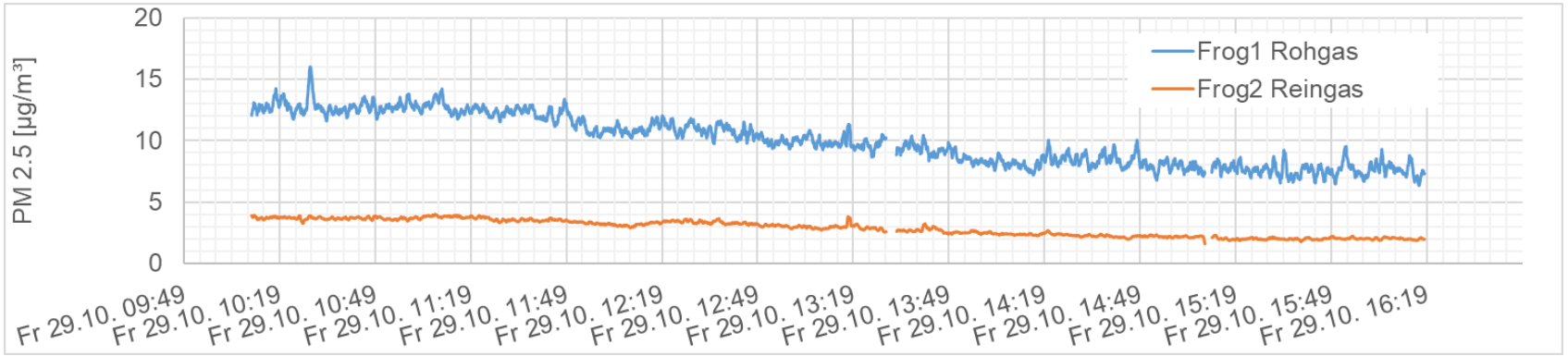


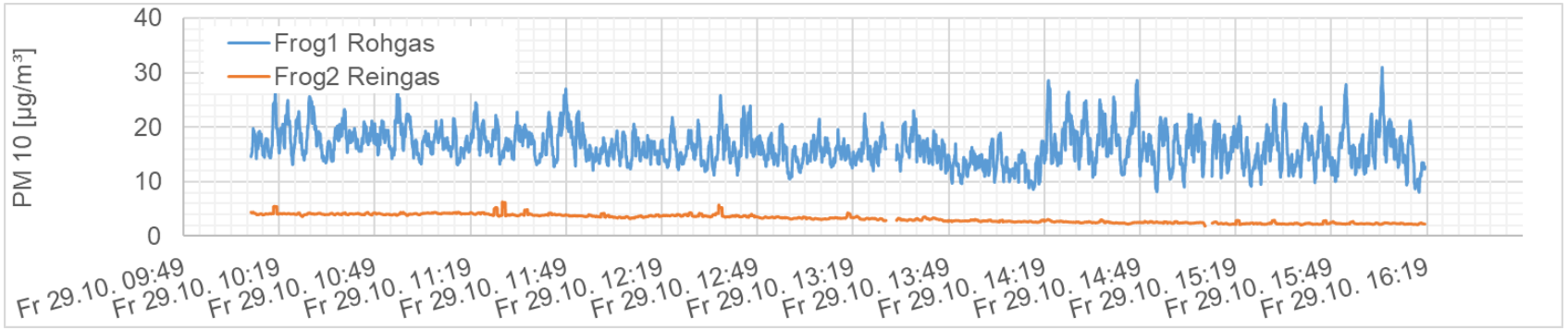
Volumenverteilungen: Außenluft (Standort IUTA) und nach Norm



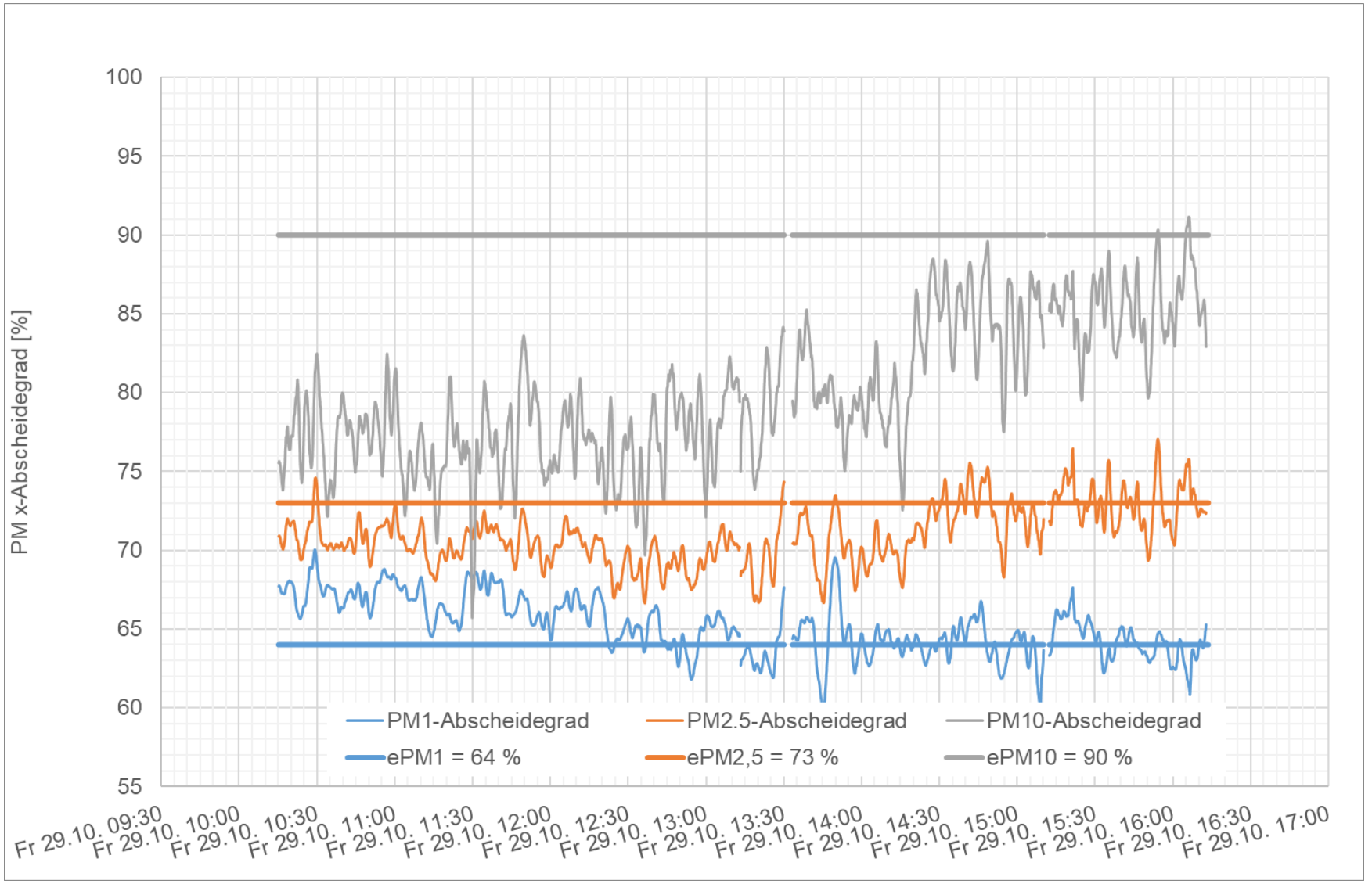
PMx-Verläufe Prüfstand (29.10.2021)



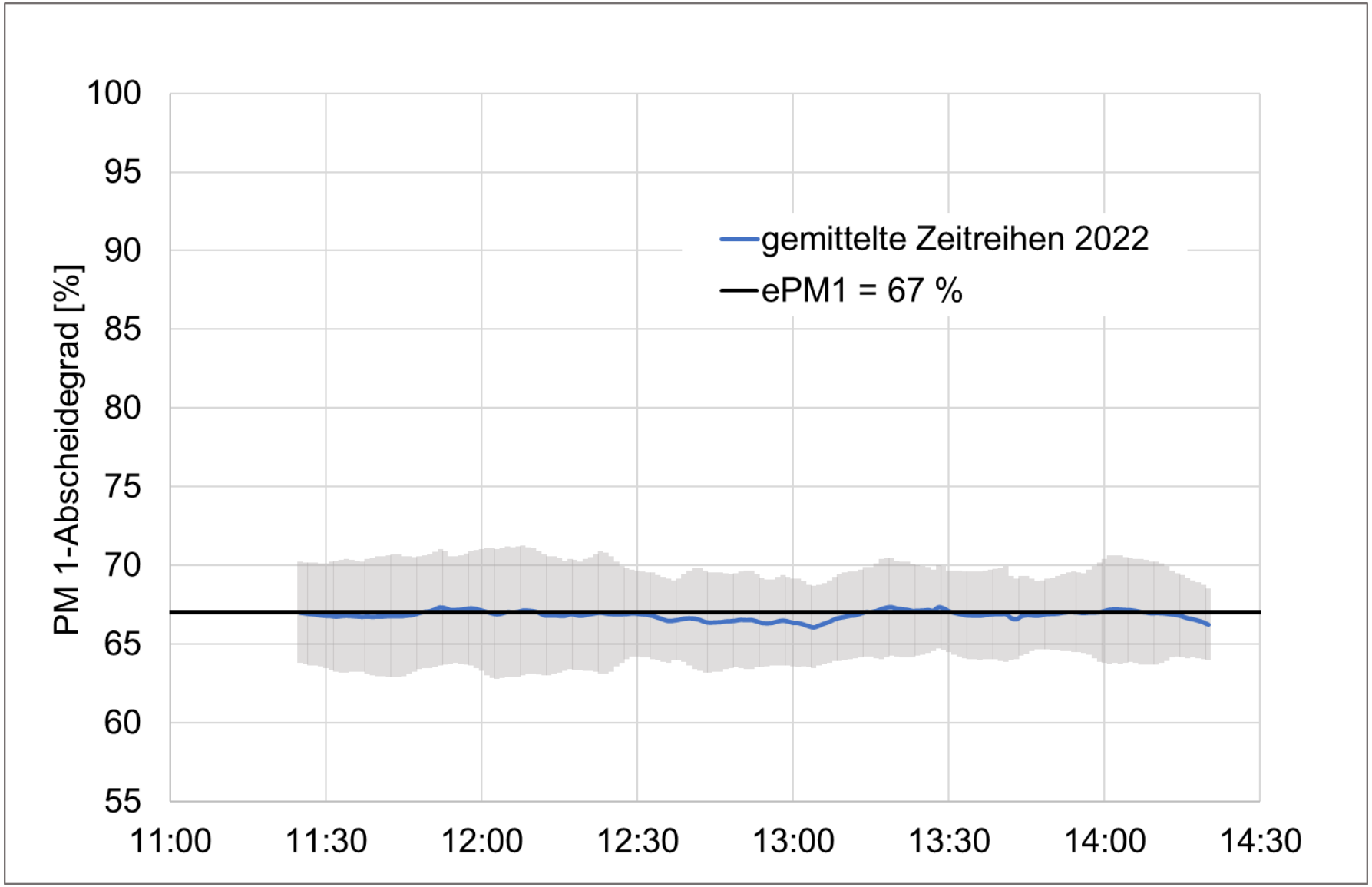




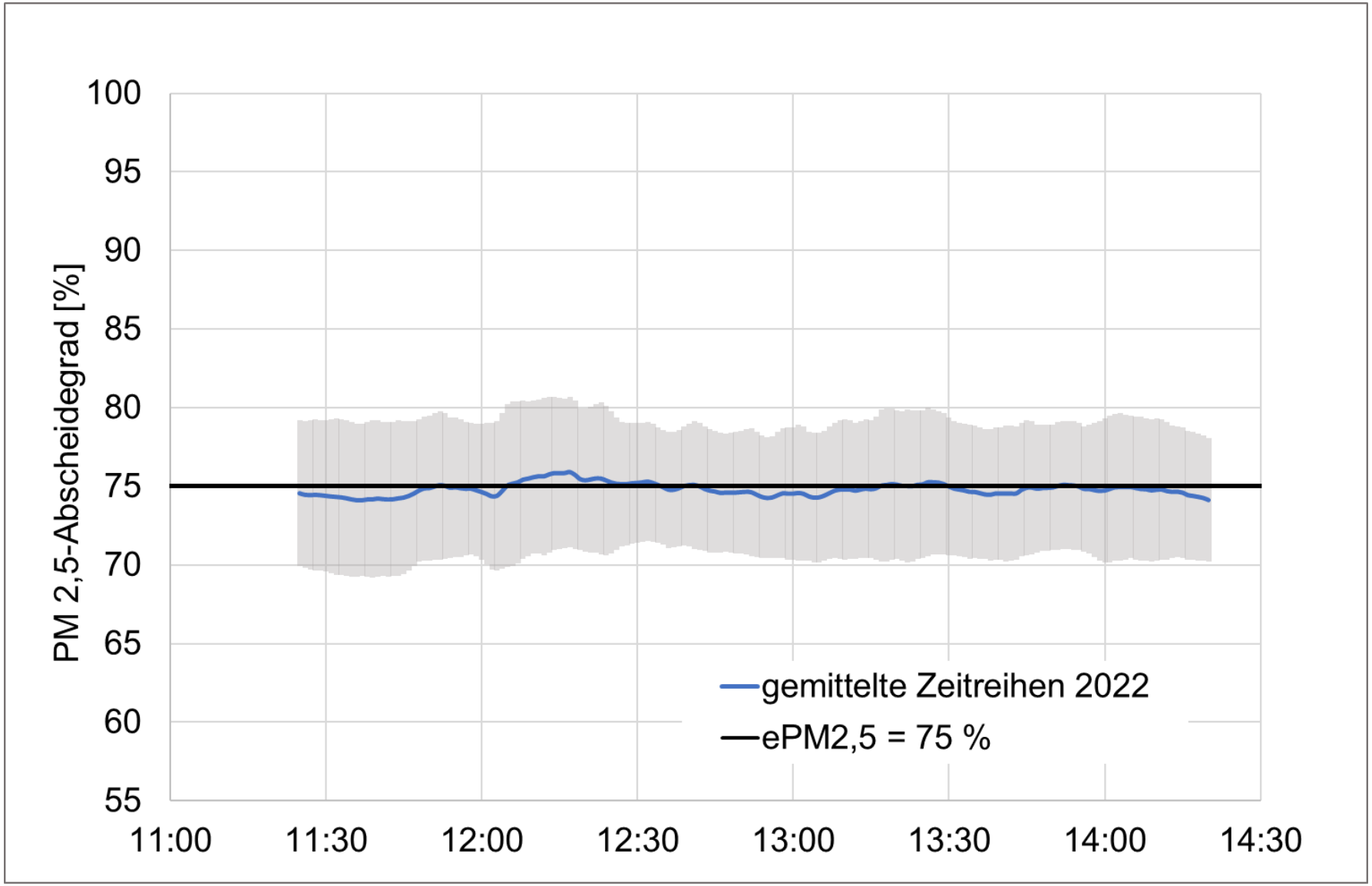
PMx-Abscheidegrade Prüfstand (29.10.2021)



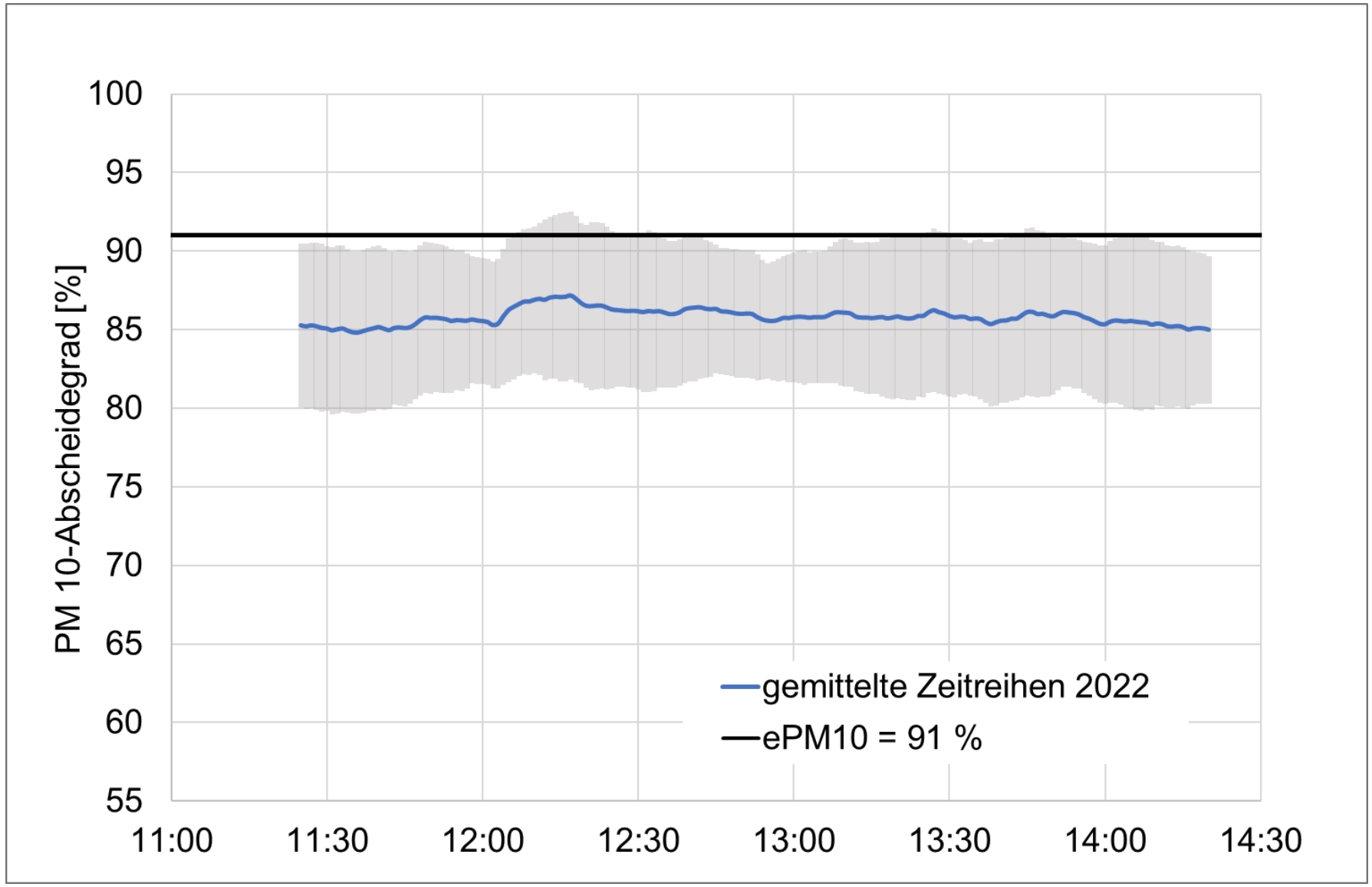
PM_1-Abscheidegrade Prüfstand (Filter A)



$PM_{2,5}$-Abscheidegrade Prüfstand (Filter A)



PM_{10}-Abscheidegrade Prüfstand (Filter A)



Zusammenfassung (Filter A)

gesamte Messzeit	PM1-Abscheide-grad	PM2,5-Abscheide-grad	PM10-Abscheide-grad
Minimum	59 %	67 %	72 %
Maximum	80 %	91 %	97 %
Mittelwert	68 %	75 %	86 %

ISO 16890	PM1-Abscheide-grad	PM2,5-Abscheide-grad	PM10-Abscheide-grad
ISO ePM_1 65 %	ePM_1 67 %	$ePM_{2,5}$ 75 %	ePM_{10} 91 %

Leistungsabnahme im Realbetrieb

Lüftungsanlage des Zentrums für Halbleitertechnik und Optoelektronik (ZHO),

Universität Duisburg-Essen, Standort Duisburg

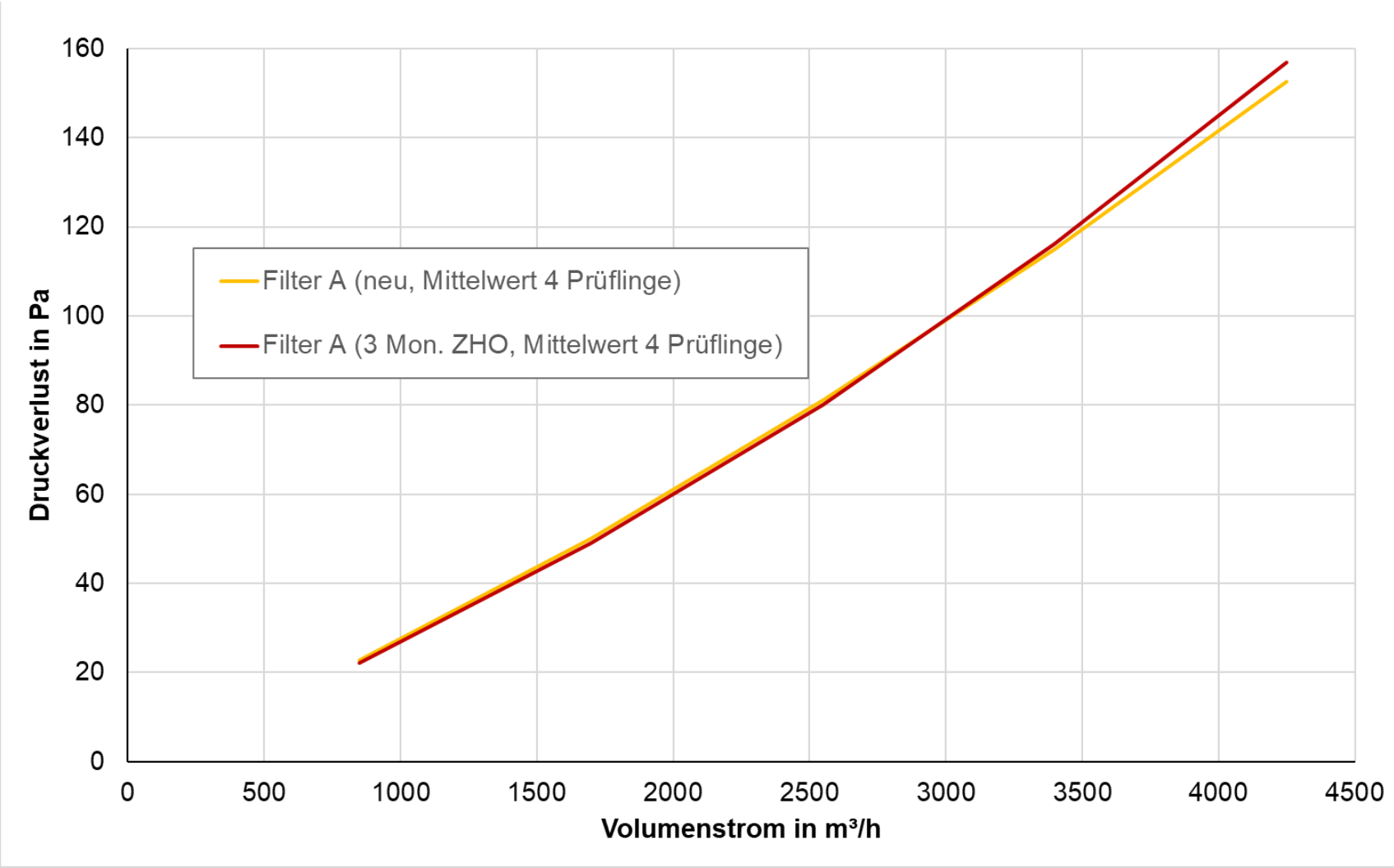
Quelle: Internet-Präsenz ZHO

Filter A: 4 Prüflinge in der 2. Filterstufe

Filter B: 4 Prüflinge in der 1. Filterstufe

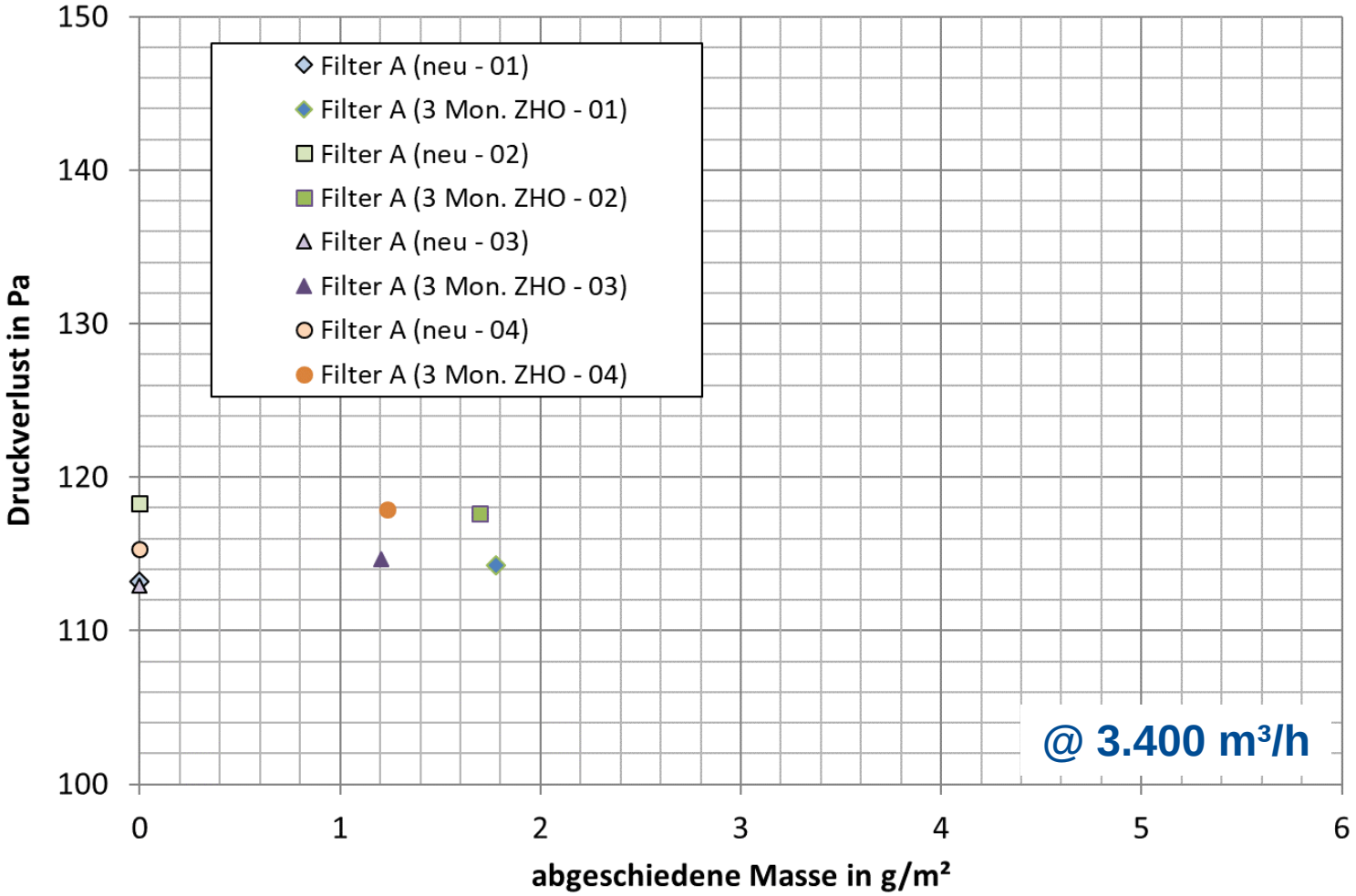
Druckverlust als Funktion des Volumenstroms

Filter A: 2. Filterstufe

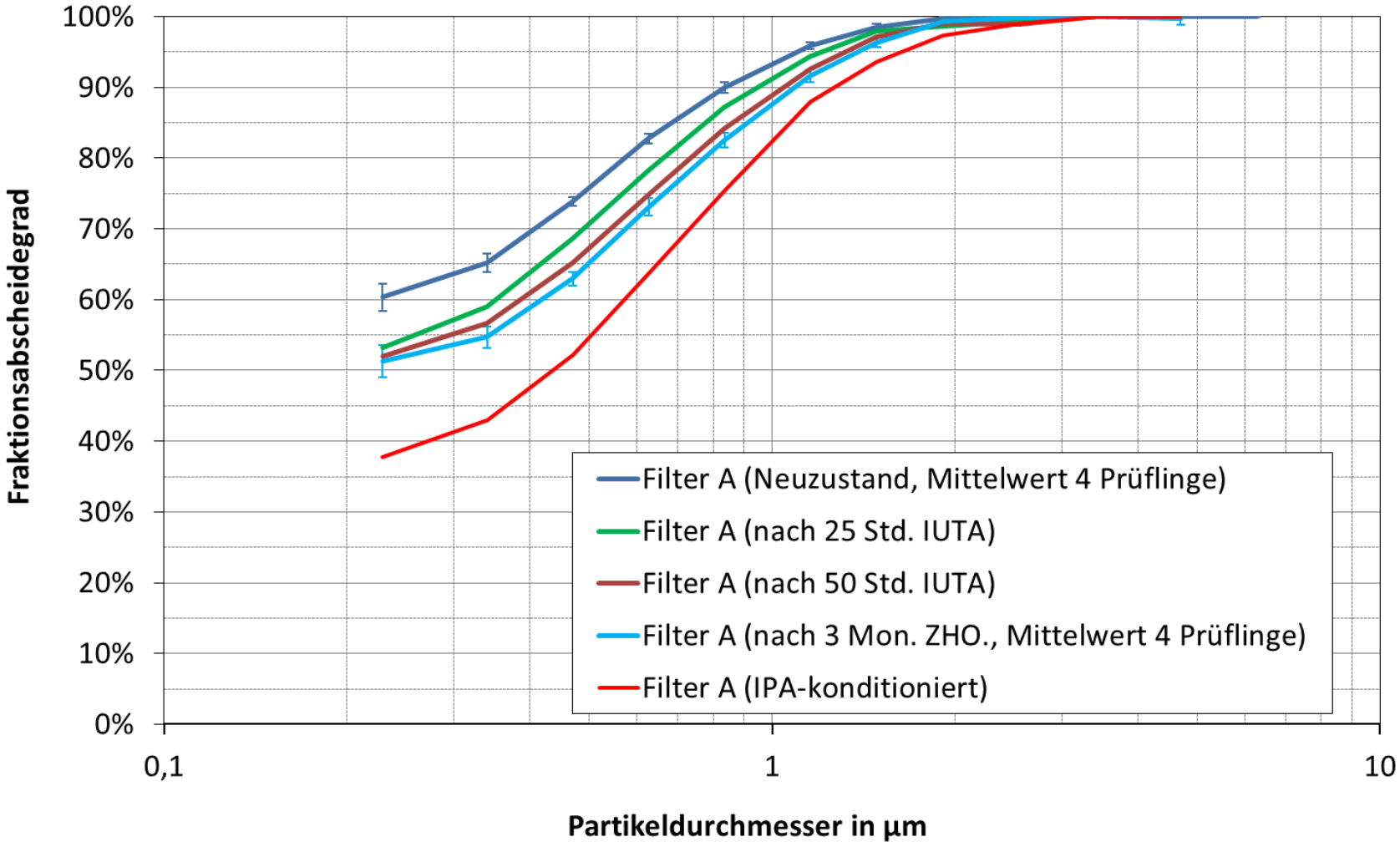


Druckverlust als Funktion der abgeschiedenen Staubmasse (bezogen auf die Filterfläche)

Filter A: 2. Filterstufe



Fraktionsabscheidegrade



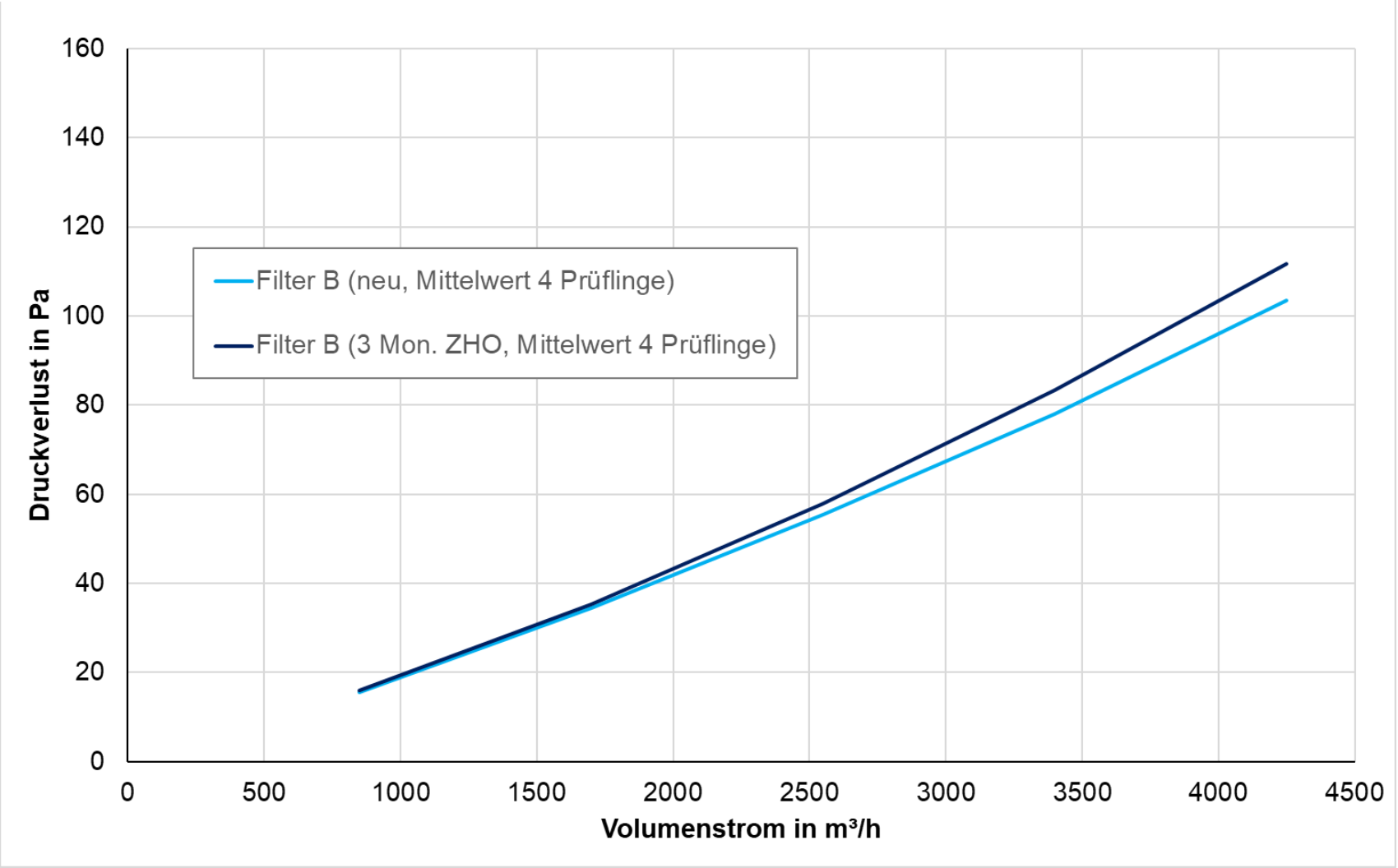
PMx-Abscheidegrade (Filter A)

PMx-Abscheidegrade berechnet mit der standardisierten Partikelgrößenverteilung der Umgebungsluft nach Norm.

	PM1-Abscheide-grad	PM2,5-Abscheide-grad	PM10-Abscheide-grad
Neuzustand	76 %	83 %	95 %
nach 2 Wo. Alterung	71 %	79 %	94 %
nach 3 Mo. Alterung	66 %	75 %	92 %

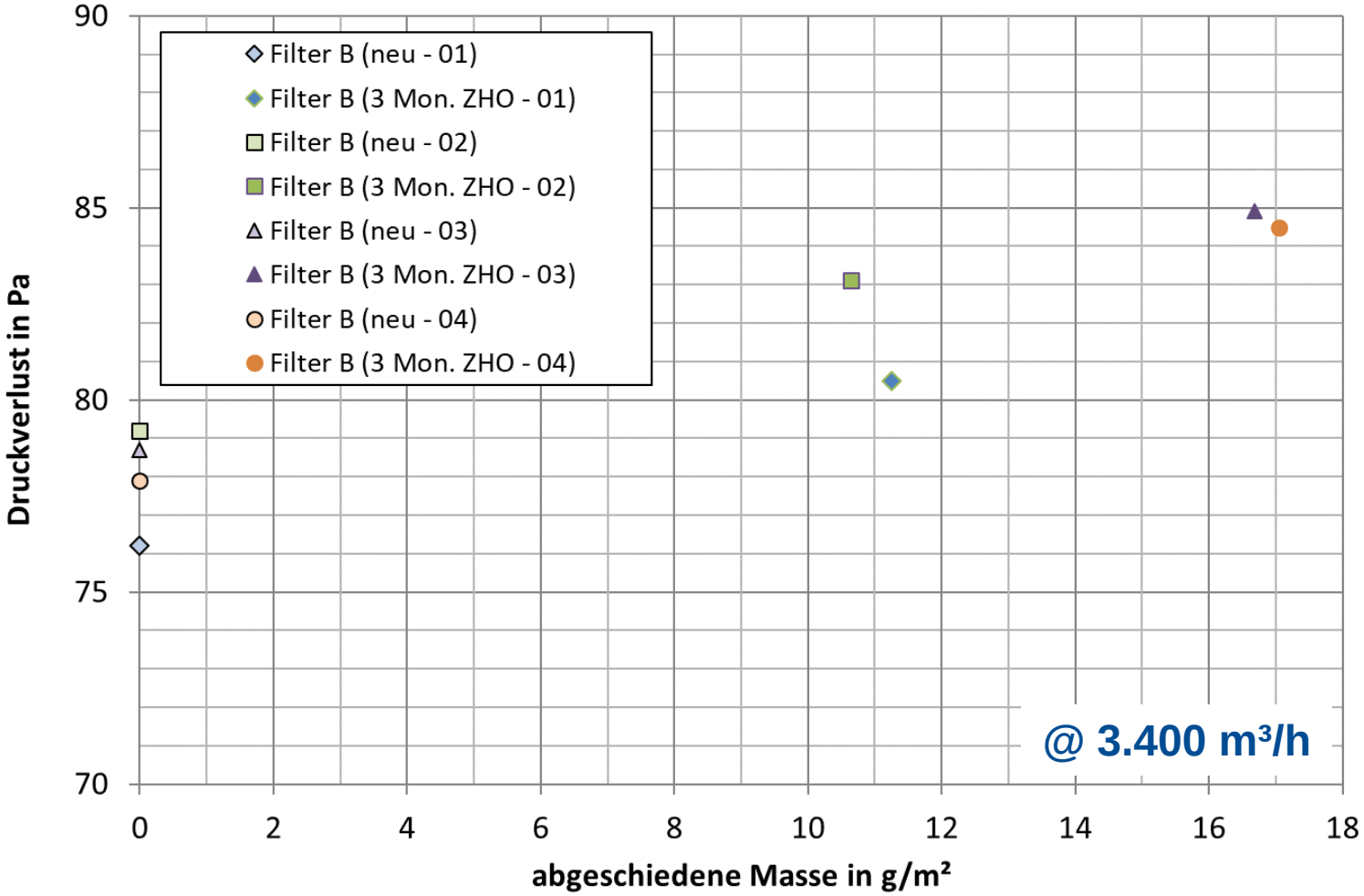
Druckverlust als Funktion des Volumenstroms

Filter B: 1. Filterstufe

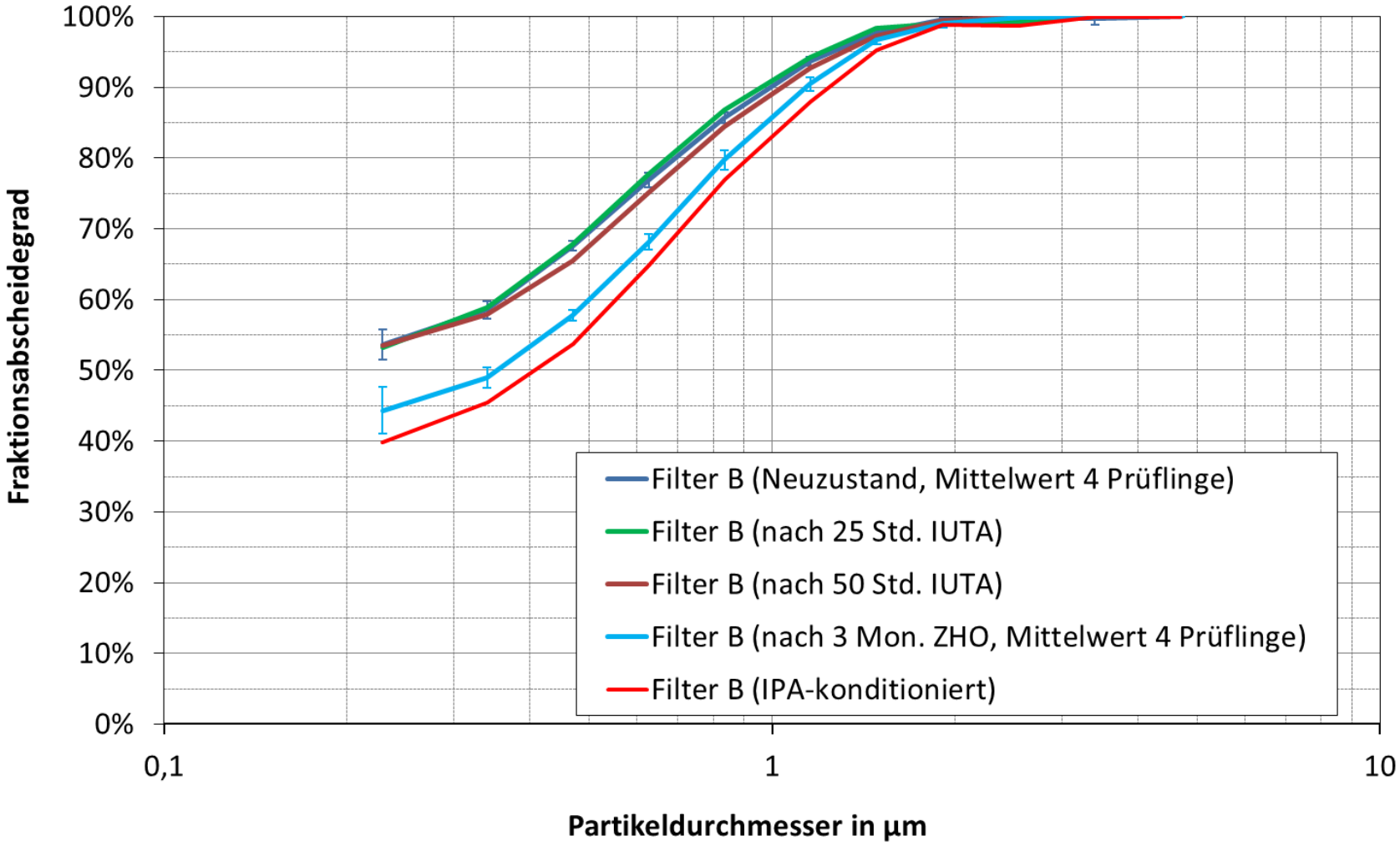


Druckverlust als Funktion der abgeschiedenen Staubmasse (bezogen auf die Filterfläche)

Filter B: 1. Filterstufe



Fraktionsabscheidegrade



PMx-Abscheidegrade (Filter B)

PMx-Abscheidegrade berechnet mit der standardisierten Partikelgrößenverteilung der Umgebungsluft nach Norm.

	PM1-Abscheide-grad	PM2,5-Abscheide-grad	PM10-Abscheide-grad
Neuzustand	70 %	78 %	93 %
nach 2 Wo. Alterung	70 %	78 %	93 %
nach 3 Mo. Alterung	61 %	72 %	91 %

Zusammenfassung

Änderung der Filterleistung von RLT-Filtern nach einem dreimonatigem Einsatz in einer Realanlage:

- **Druckverlustanstiege minimal**
- **Abnahme der Fraktionsabscheidegrade deutlich sichtbar**

Zuluftqualitäten im realen Einsatz im Vergleich zu den nach Norm ermittelten Werten:

- **mittlere Werte für PM_1 und $PM_{2,5}$ liegen im Bereich der nach Norm bestimmten Werte**
- **PM_{10}-Abscheidegrade liegen unterhalb der nach Norm bestimmten Werte**

Messung der Außenluftqualität:

- **gemessene Partikelvolumenverteilung am Standort IUTA relativ gleichbleibend über betrachtete Messtage**
- **deutliche Unterschiede zu standardisierten Verteilungen nach Norm**

Die Kenntnis der lokalen Partikelgrößenverteilung der Außenluft kann bei der Auswahl eines optimalen Filters helfen.

Durchführende Forschungseinrichtungen

Name und Anschrift der Forschungsstelle	Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik – Nanopartikel- Prozesstechnik Lotharstr. 1, 47057 Duisburg	Institut für Umwelt & Energie, Technik & Analytik e. V. (IUTA) Bliersheimer Str. 58-60 47229 Duisburg
Leiter der Forschungsstelle	Prof. Dr. rer. nat. Markus Winterer	Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen Wissenschaftlicher Leiter Dr.-Ing. Stefan Haep haep@iuta.de Geschäftsführer und Vorstandsvorsitzender
Projektleiter	Prof. Dr.- Ing. Frank Schmidt frank.schmidt@uni-due.de	Dipl.-Ing. Thomas Engelke engelke@iuta.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
DLR Projektträger
forschen. vernetzen. anwenden.
FKM Forschung im VDMA
FLT

Das IGF-Vorhaben 21330 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Maschinenbau e. V. - FKM wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Hall 4A

CHILLVENTA

Chillventa Specialist Forums 2024
Chillventa Fachforen 2024

CONNECTING EXPERTS.