

Geruchs-Emissionsmessungen

(Besondere) Herausforderungen bei Emissionsmessungen Geruch

Boris Zimmermann | MÜLLER-BBM

Müller-BBM Industry Solutions GmbH

GESETZLICHE UND NORMATIVE VORGABEN

MÜLLER-BBM

GESETZLICHE UND NORMATIVE VORGABEN

TA Luft 2021

- Nr. 5.3: Allgemeine und geruchsspezifische Regelungen zur Messung und Überwachung der Emissionen
  - Je Betriebszustand und Emissionsquelle mind. 3 Proben
  - Probenahmezeit i. d. R. 30 Minuten/Probe
  - Berechnung der Messunsicherheit nach CEN-Norm
  - Beachtung von VDI 3880, VDI 3884 Bl. 1 und DIN EN 13725:2002
- Anhang 7 (≈ ehem. Geruchsimmissions-Richtlinie): Keine weiteren relevanten Anforderungen an Geruchs-Emissionsmessungen

GESETZLICHE UND NORMATIVE VORGABEN

DIN EN 13725:2022

- Messprinzip der Olfaktometrie,
- Detaillierte Anforderungen an olfaktometrische Auswertung (Materialien, Prüfgase, Olfaktometer, Prüfer, Qualitätskriterien)
- Grundlegende Anforderungen an Probenahme (Materialien, Probenbehälter, **Vorverdünnung,** Probentransport und -lagerung)
- Detaillierte Anforderungen zu Geruchsemissionsmessungen an gefassten Emissionsquellen und Flächenquellen
- Vorgaben zur **Messstrategie an Flächenquellen**
- **Verfahren zur Berechnung der Messunsicherheit**

GESETZLICHE UND NORMATIVE VORGABEN

VDI 3880 (Olfaktometrie - Statische Probenahme) (wird entfallen/in 3884 Bl.1 überführt)

- Detaillierte Anforderungen zu Geruchsemissionsmessungen an gefassten und diffusen Emissionsquellen (in Teilen durch DIN EN 13725:2022 überholt)

VDI 3884 B.1 (Ausführungshinweise zur DIN EN 13725:2002) (derzeit in Überarbeitung)

- Wesentlich: Konkretisierung und Ergänzung der Anforderungen an olfaktometrische Auswertung (bzgl. Probenahme i. d. R. Verweis auf VDI 3880)
- Nr. 4.3: Messunsicherheit (durch DIN EN 13725:2022 überholt)
- Nr. 4.4: Prüfung auf Einhaltung eines Emissionswerts im Genehmigungsbescheid (durch TA Luft 2021 überholt)
- Nr. 4.5: Technischer Wirkungsgrad der Emissionsminderung

VORVERDÜNNUNG

MÜLLER-BBM

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

Probenahme

- Sonde (mit PTFE-Seele, o. Filter)
- Probenahmeleitung (PTFE)
- Unterdruck-Probennehmer
- Probenbeutel (≈ 10 l) (Nalophan)
- Pumpe (≈ 10 l Probe in 30 Minuten)



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - GEFÜHRTE QUELLEN

Anforderung an die Geruchs-Probenahme

- Bedingungen repräsentativ für Quelle und Anlage
- Entnommener Teilstrom repräsentativ für Hauptstrom
- Vermeidung von Veränderungen der Proben:
  - chemische Reaktionen (kurze Lager- und Transportzeiten, ggf. Vorlage von Stickstoff vor/bei der Probenahme)
  - Adsorption während der Probenahme (inerte Materialien, Vorkonditionierung)
  - Verschleppung von Geruchsstoffen (separates Messequipment je Quelle oder Blindwert)
  - **Kondensation von Geruchsstoffen (ggf. Vorverdünnung)**

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

- Vermeidung von wässrigem Kondensat bei Abkühlung heißer Abluft während der Probenahme unter den Taupunkt (z. B. in Sonde, Leitung und Probenbeutel)
- Taupunktes des Abgases bei Umgebungstemperatur ist abhängig von:
  - Feuchtegehalt des Abgases
  - Umgebungstemperatur (Temperatur(verlauf) der Umgebung, der Messstelle und beim Transport beachten)

⇒ Probenahme mit Vorverdünnung

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

Statische Vorverdünnung

- Anwendung bis Vorverdünnungsfaktor 3
- Verdünnung erfolgt im Probenahme-beutel (bei Umgebungstemp.)
- Zusätzliches Equipment
  - Beheizbare Sonde u. Schlauch
  - Vorverdünnungsgas (i.d.R. N)
  - Messausrüstung für Indikatorgas
- Bestimmung des Vorverdünnungs-faktors erfolgt über Längenmethode oder Indikatorgasmessung (i.d.R. O_2)

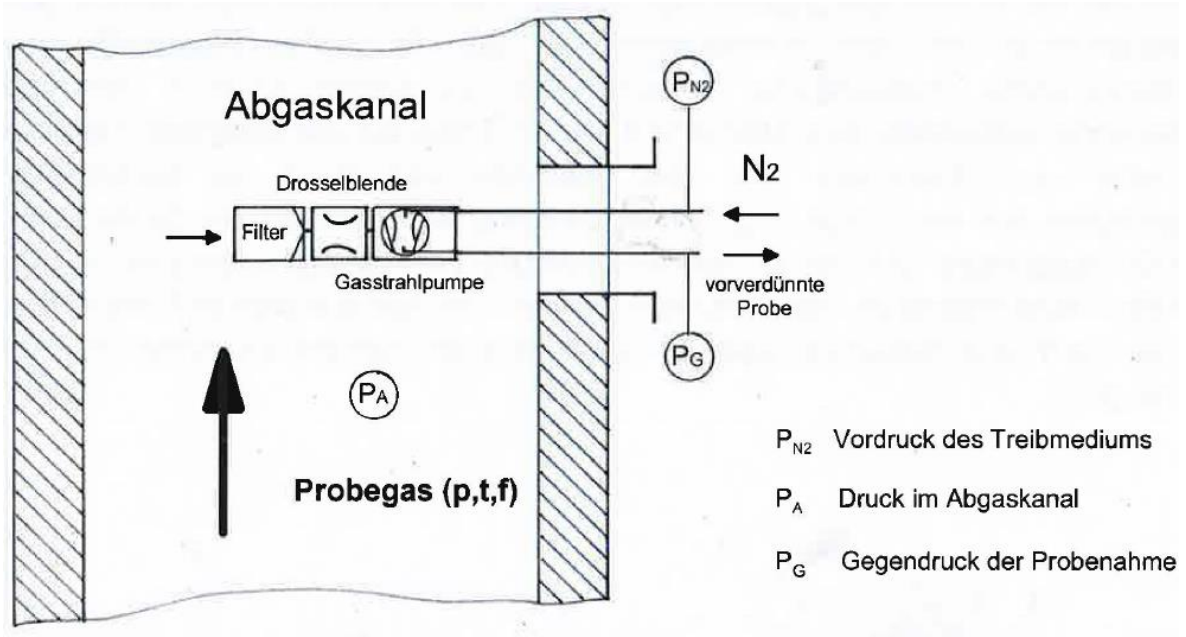
Dynamische Vorverdünnung

- Anwendung bis Vorverdünnungsfaktor ≈15
- Verdünnung erfolgt im Kamin oder einer beheizten Einheit (bei Abgastemp.)
- Zusätzliches Equipment
  - Spezielle Vorverdünnungssonde
  - Vorverdünnungsgas (i.d.R. N)
  - Messausrüstung für Indikatorgas
- Bestimmung des Vorverdünnungsfaktors über Indikatorgasmessung (i.d.R. O_2)

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

Probenahme mit Vorverdünnung:

- Dynamische Vorverdünnung (Vorverdünnung bei der Probennahme)
  - Spezielle Probenahmesonde erforderlich (i. d. R. nach dem Prinzip der Gasstrahlpumpe)



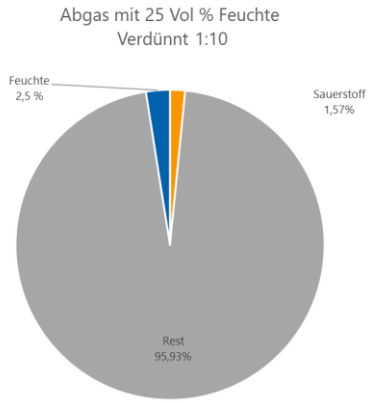
GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

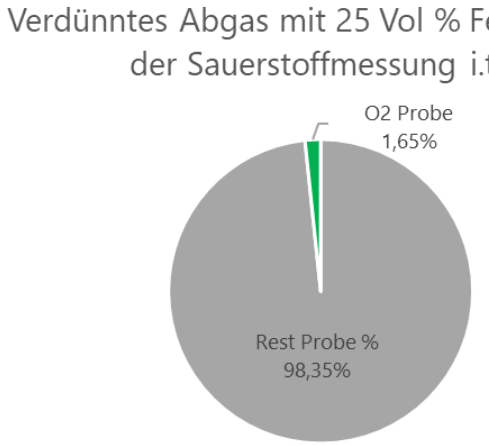
Bestimmung des Vorverdünnungsfaktors durch Indikatorgasmessung im Abgas und in der Probe

$$Z_V = \frac{C_{Ind,A} - C_{Ind,V}}{C_{Ind,P} - C_{Ind,V}}$$

$C_{Ind,A}$: Konzentration des Indikatorgases im Abgas
$C_{Ind,P}$: Konzentration des Indikatorgases in der Probe
$C_{Ind,V}$: Konzentration des Indikatorgases im Vorverdünnungsgas

Für die Vorverdünnung muss die Indikatorgaskonzentration auf den gleichen, feuchten Gaszustand bezogen werden





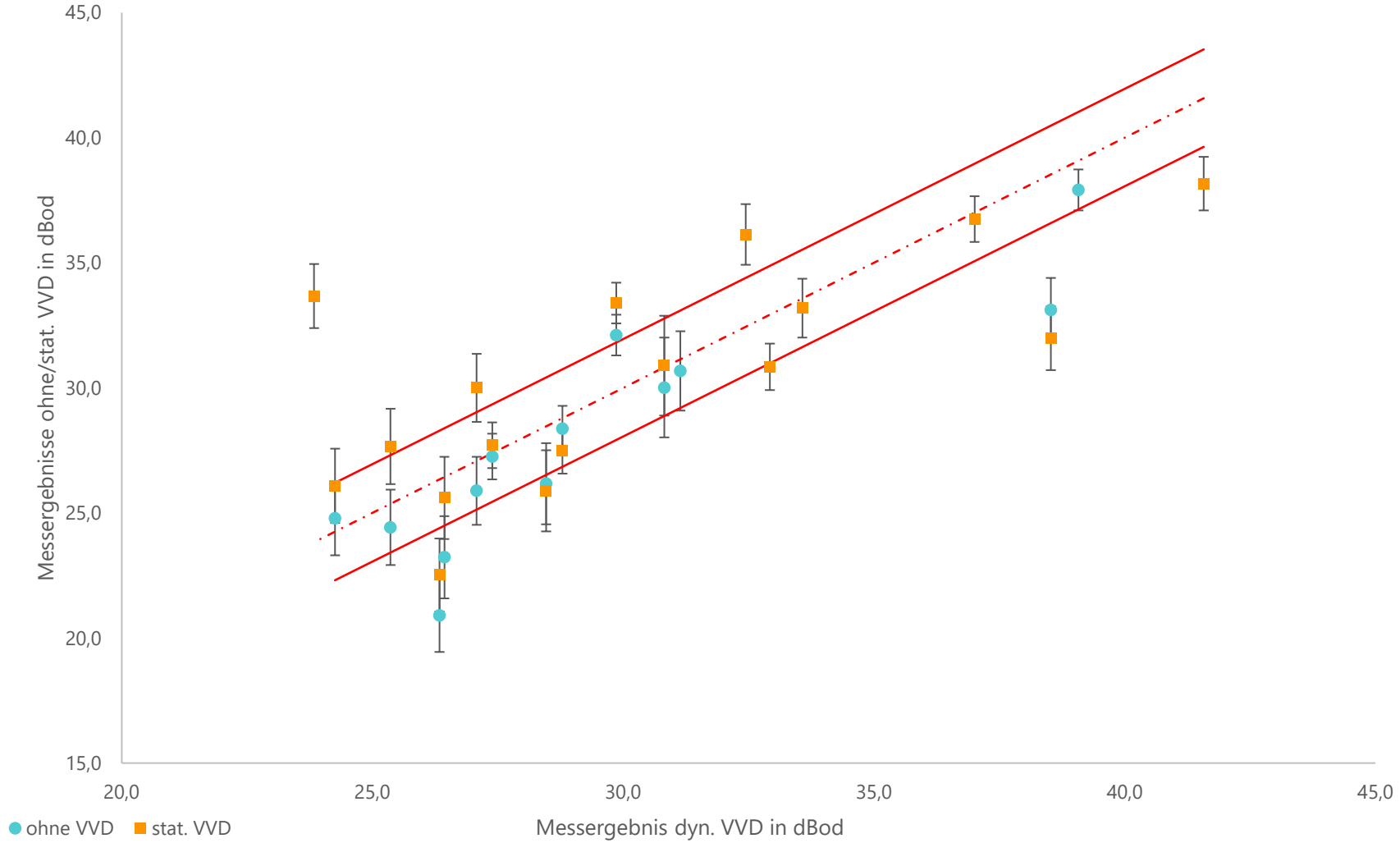
⇒ Verdünnungsfaktor 12,7 (statt 10)

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

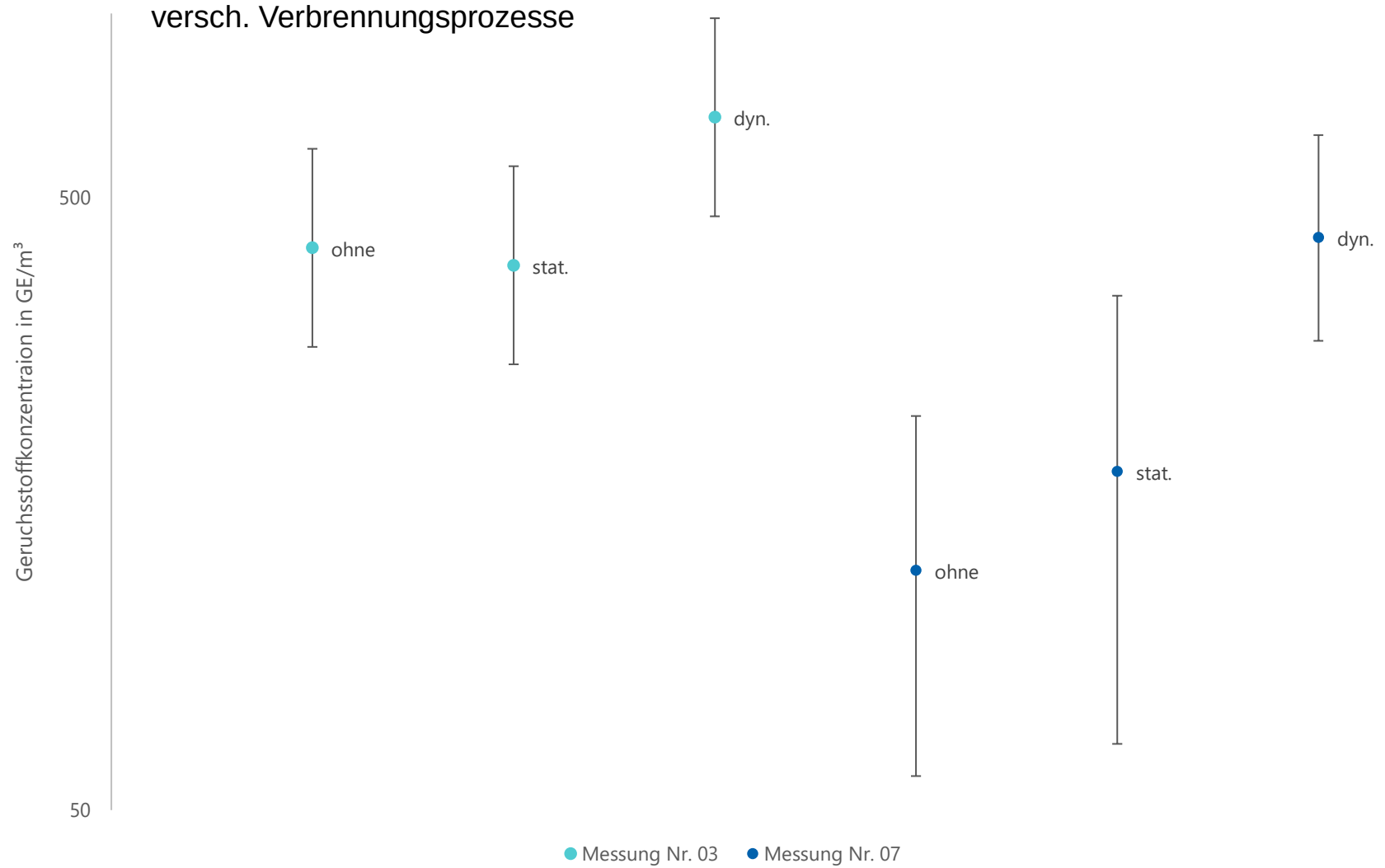
		Abgasrandbedingungen				Geruch	
Anlage	Abgas	Tempe-ratur	Feuchte	Druck	Vorver-dünnung	un-verdünnt	dyn. verdünnt
		°C	g/m³	Pa		GE/m³	GE/m³
Futtermittelwerk	Pressenabluft	54	43	50	3	1400	3000
Gelatineproduktion	Rohgas Biofilter	28	31	-160	3,7	43000	57000
	Rohgas Biofilter	27	29	-190	4,8	26000	41000
Kompostwerk	Rohgas Biofilter	32	40	700	2,5	16000	15000
	Rohgas Biofilter	20	20	1000	1,7	6500	9200
	Rohgas Biofilter	31	37	1160	2,5	15000	16000
Fleischverarbeitung	TNV Reingas Fritteuse 1	140	50	0	3,2	4200	5700
	TNV Reingas Fritteuse 2	100	50	-15	3,5	4200	3200
Lackiererei	Lackierabluft mit TNV	86	8	750	2,8	83	57
Klärschlammtrocknung	Rohgas vor Wäscher	43	67	-1170	3,9	7000	14000
	Rohgas vor Biofilter	41	60	115	7,2	18000	34000
Brotfabrik	Backstraße (Ofenabluft)	150	290	0	9	5300	7100
	Backstraße (Ofenabluft)	220	280	0	9,2	620	950
Papierfabrik	Vortrockenpartie	86	n. erm.	0	8,75	190	340
MBA	RTO	78	40	-10	2,5	130	180

Thomas Liebich | TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG | Gerüche in der Umwelt, Bremen, 20.-21. November 2019

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

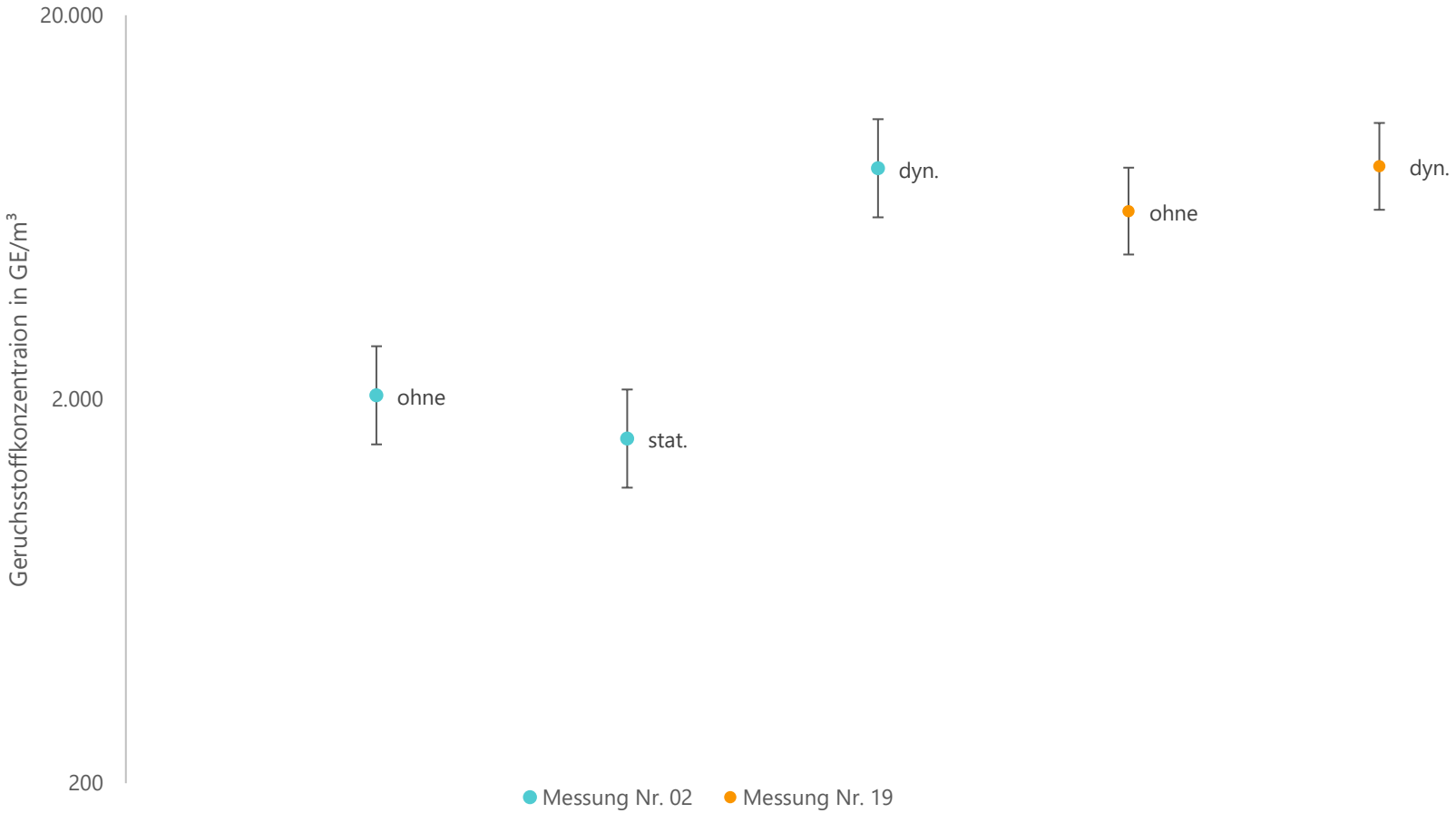


GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

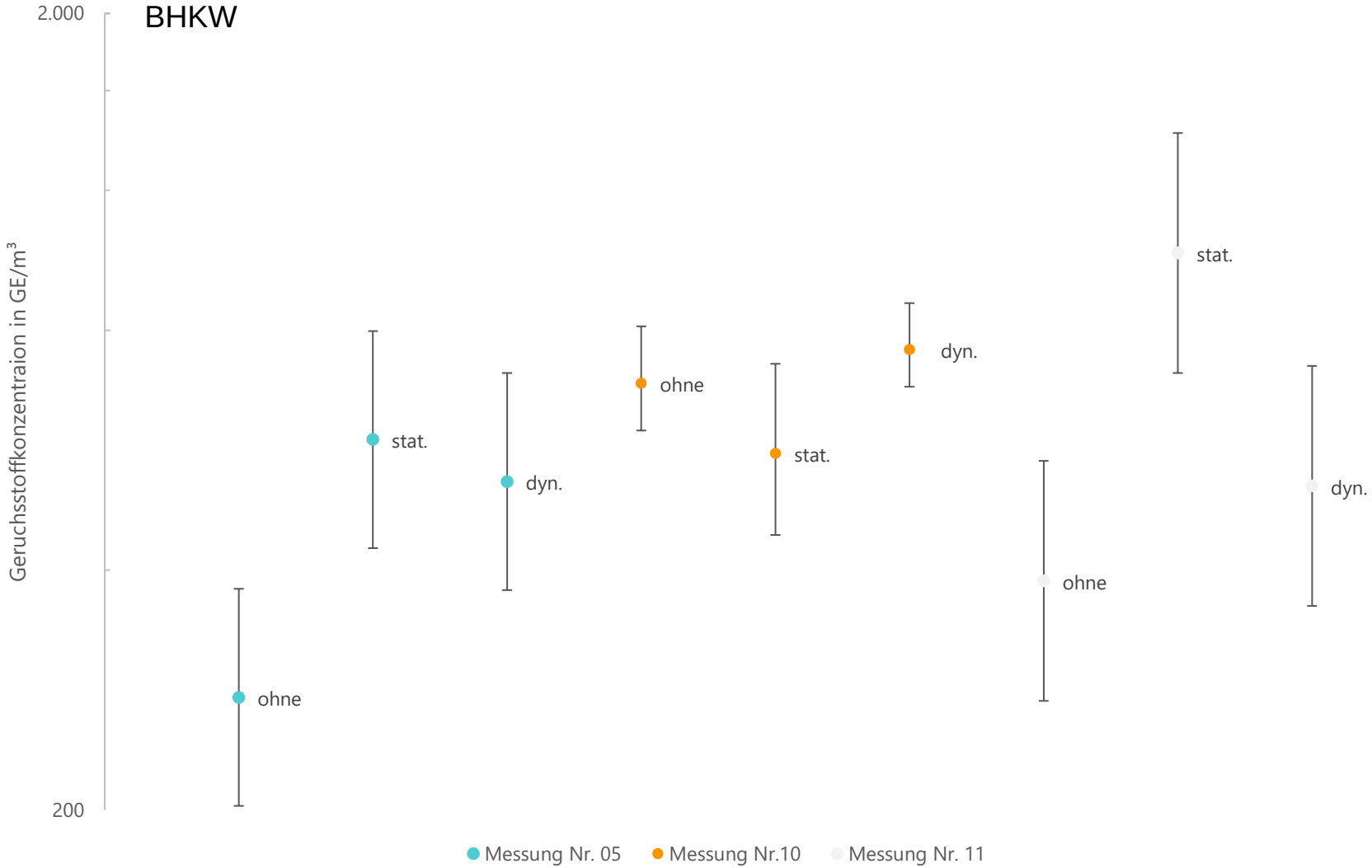


GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

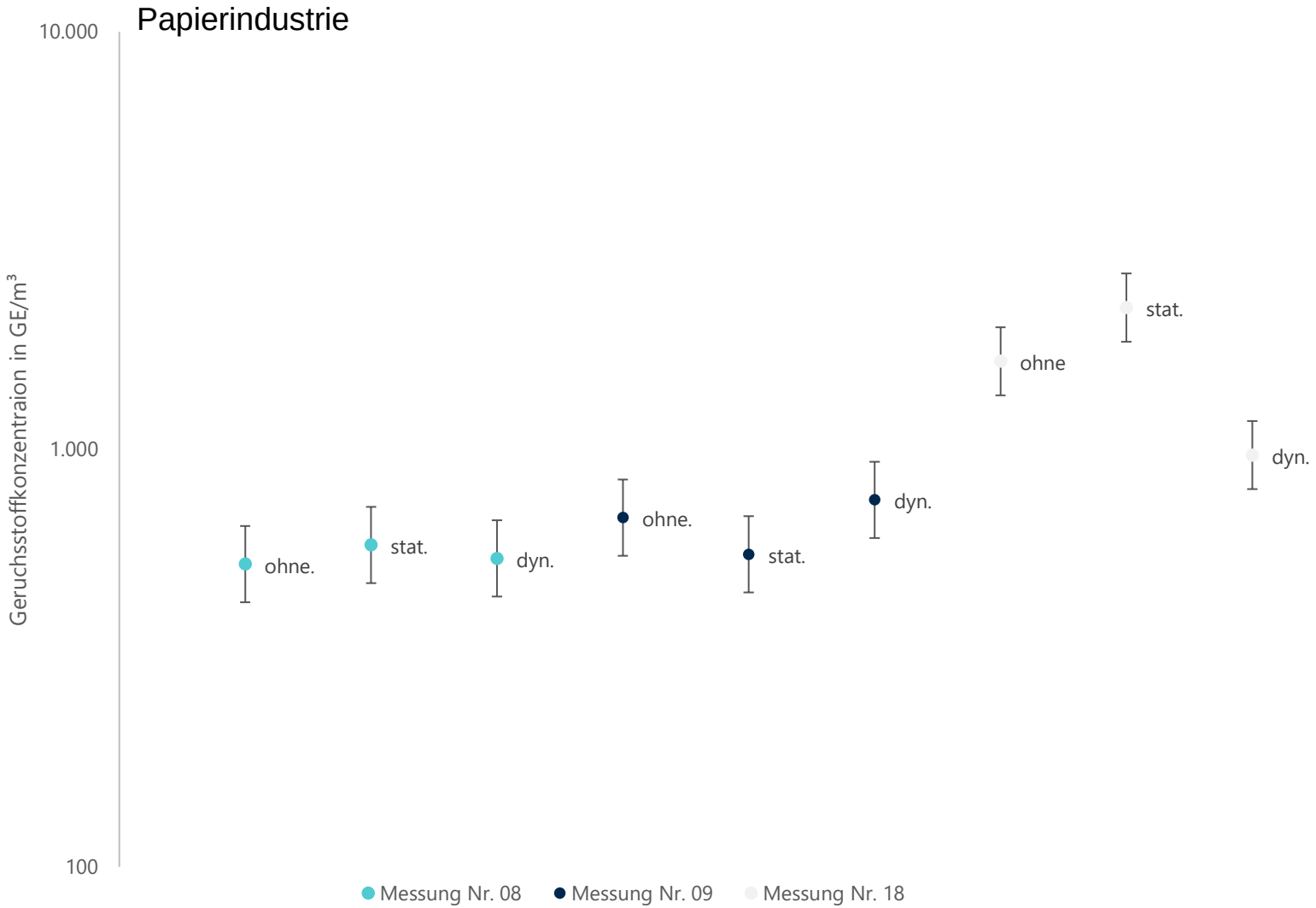
Asphaltmischanlagen



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

Probenahme mit Vorverdünnung:

- Statische Vorverdünnung (mit Verdünnungsfaktoren ≤ 3) liefert (auch bei Kondensatanfall) bei bestimmten Quell-/Anlagentypen vergleichbare Ergebnisse wie dynamische Vorverdünnung (mit Verdünnungsfaktoren > 3)
- Anwendung der Vorverdünnung bei bestimmten Quell-/Anlagentypen nicht zwingend ergebnisrelevant
- Minderbefunde durch wässriges Kondensat scheinen in Bezug auf Geruchsstoff-konzentrationen bei bestimmten Abgasmatrizes eher theoretischer Natur zu sein
- Verfahren der Vorverdünnung beinhaltet auch Potential für Fehler und daraus resultierende höhere Messunsicherheiten
- Weitere Untersuchungen hilfreich, um ggf. generelle Aussagen zu einzelnen Anlagentypen treffen zu können

FLÄCHENQUELLEN

MÜLLER-BBM

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Passive Flächenquellen

- Definition DIN EN 13725:2022: Durchströmung ≤0,008 m/s (≤30 m/h)
- z. B. diverse Haufwerke, Klärbecken, Fahrflächen etc.
- Probennahme mit aktiv durchströmter Haube, Durchströmung ≈ 30 m/h
- Vorgaben zu Haubengeometrie und Durchsatz gemäß VDI 3880

Aktive Flächenquellen

- Definition DIN EN 13725:2022: Durchströmung >0,008 m/s (>30 m/h)
- z. B. Biofilter, stark belüftete Becken, ggf. belüftete Kompostmieten
- Messung der Durchsströmung mit passiver Haube
- Probennahme mit passiver Haube oder (Teil-)Abdeckung der Quelle
- Vorgaben zu Haubengeometrie gemäß DIN EN 13725:2022

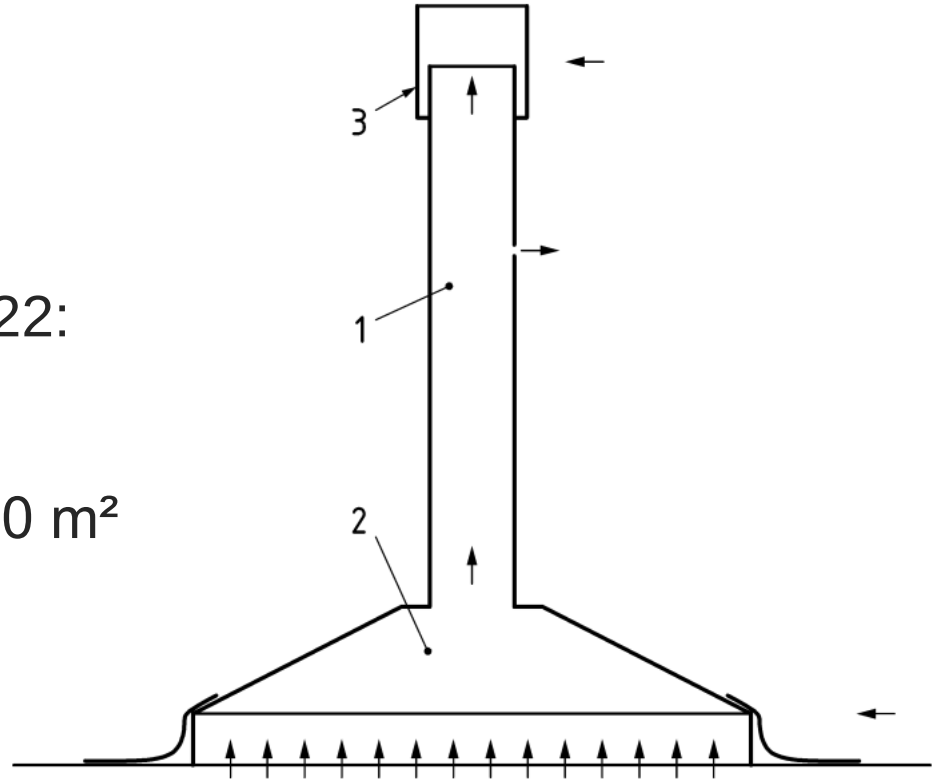
GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN – FLÄCHENQUELLEN



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Messung der Durchströmung an aktiven Flächenquellen:

- v, T, F im Auslassrohr
- Lage der Messpunkte: gleichmäßig verteilt, auch Eck- und Randbereiche
- Anzahl der Messpunkte nach DIN EN 13725:2022:
  - A ≤ 100 m²: 1 MP je 10 m²
  - 100 m² > A ≤ 2.000 m²: 9 MP + 1 MP je 100 m²
  - A > 2.000 m²: 30 MP
- Homogenität: Min./Max.-Durchströmung liegen max. Faktor 2 auseinander



GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Probenahme an aktiven Flächenquellen mit (Teil-)Abdeckung (nach DIN EN 13725:2022):

- Abdecken des gesamten Quellbereichs mit Folie mit einer Austrittsöffnung.
- Bei großen Flächenquellen auch Unterteilung in Teilflächen möglich
  (Bei homogen durchströmten Quellen Abdeckung von mind. 25 % der Quelle)
- Geruchsprobennahme erfolgt in einer Messebene in der Austrittsöffnung
- 3 Proben je (Teil-)Fläche
- Bei großen Biofiltern nur schwer oder nicht umsetzbar
- Durchführbarkeit abhängig von meteorologischen Bedingungen
- Keine Detailinformation zur Leistungsfähigkeit des Biofilters

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Probenahme an aktiven Flächenquellen mit Haube (nach DIN EN 13725:2022):

- Haube analog Durchströmungsmessung
- Unterteilung der Quelle in Teilflächen entsprechend Grundfläche der Haube (1 m²)
- Beprobung einer Anzahl von Teilflächen die mind. 10 % der Quellfläche abdecken.
- Geruchsprobennahme:
  a) eine Probe je zu beprobender Teilfläche
  (bei inhomogener Durchströmung: Zuordnung der Proben zur Durchströmungsklasse)
  b) eine Mischprobe über alle zu beprobende Teilflächen
  (bei inhomogener Durchströmung: eine Mischprobe pro Durchströmungsklasse)

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Probenahme an aktiven Flächenquellen mit Haube

Flächen-größe [m²]	Anzahl Teilflächen		Flächen-größe [m²]	Anzahl Teilflächen	
	Durch-strömung	Geruchs-proben (alt / neu)		Durch-strömung	Geruchs-proben (alt / neu)
40	4	4 / 4	800	17	10 / 80
50	5	5 / 5	900	18	10 / 90
60	6	6 / 6	1000	19	10 / 100
70	7	7 / 7	1100	20	10 / 110
80	8	8 / 8	1200	21	10 / 120
90	9	9 / 9	1300	22	10 / 130
100	10	10 / 10	1400	23	10 / 140
200	11	10 / 20	1500	24	10 / 150
300	12	10 / 30	1600	25	10 / 160
400	13	10 / 40	1700	26	10 / 170
500	14	10 / 50	1800	27	10 / 180
600	15	10 / 60	1900	28	10 / 190
700	16	10 / 70	2000	29	10 / 200

alt = nach VDI 3880 (homogen)
neu = nach DIN EN 13725:2022

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Problematik der Messdurchführung nach DIN EN 13725:2022:

- zu a) und b)
  - bei inhomogener Durchströmung kann ab Flächengrüßen von 110 m² für einen Teil der zu beprobenden Teilflächen keine Zuordnung zu den Durchströmungsklassen erfolgen, da keine Informationen vorliegen.
- zu a) Geruchsprobe an jeder zu beprobender Teilfläche:
  - mit einem (zwei) Prüferteam(s) an einem Messtag nur bis ca. 150 m² (300 m²) umsetzbar
  - Messungen an größeren Biofilter dauern mehrere Tage (z.B. 1.000 m² Biofilter ca. 7 Tage (mit einem Prüferteam)) (einheitlicher Betriebszustand, meteorologische Bedingungen?)

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - FLÄCHENQUELLEN

Problematik der Messdurchführung nach DIN EN 13725:2022:

- zu b) Mischprobe über alle zu beprobende Teilflächen :
  - bei größeren Biofilter Anteil der einzelnen zu beprobenden Teilfläche an Mischprobe minimal (geringes Probenahmevolumen und geringe Probenahmezeit pro zu beprobender Teilfläche)
  - 100 Teilflächen, 10 l Probenbeutel-Volumen, 30 Min. Probenahme = pro Teilfläche 0,1 l Probe in 18 Sek. (0,3 l/Min.)
  - 100 Teilflächen, 10 l Probenbeutel-Volumen, **5 h** Probenahme = pro Teilfläche 0,1 l Probe in **3 Min.** (0,03 l/Min.)
  - 100 Teilflächen, **20 l** Probenbeutel-Volumen, **5 h** Probenahme = pro Teilfläche **0,2 l** Probe in **3 Min.** (0,06 l/Min.)

GERUCHS-EMISSIONSMESSUNGEN - VORVERDÜNNUNG

Probenahme an aktiven Flächenquellen:

- Messverfahren nach DIN EN 13725:2022 so nicht praktikabel
- Bei größeren Biofiltern:
    - Hohe Probenanzahl bzw.
      Erstellung von Mischproben nur eingeschränkt möglich
    - Bei inhomogener Durchströmung: Zuordnung einzelner Proben oder der Mischproben zu Durchströmungsklassen nicht möglich
- Empfehlung: Bis zur Überarbeitung der 3884 Bl. 1 weiterhin Vorgehensweise nach VDI 3880 anwenden (Abstimmung mit zuständigen Überwachungsbehörden im Zuge der Messplanung erforderlich)

FAZIT | MÜLLER-BBM

FAZIT

- Vorverdünnung
  - Regelungen zur Vorverdünnung resultieren wahrscheinlich aus rein theoretischen Überlegungen.
  - in der Praxis nicht bei allen Anlagentypen zwingend ergebnisrelevant
  - Verfahren der Vorverdünnung beinhaltet auch Potential für Fehler und daraus resultierende höhere Messunsicherheiten.
- Geruchsprobenahme an aktiven Flächenquelle
  - Messpunktanzahl zwischen Durchströmung und Probenahme inkonsistent. Teilweise keine Zuordnung von Proben zu Durchströmungsklassen möglich.
  - Insbesondere für größere Flächenquellen ist das Verfahren in der Messpraxis nicht praktikabel. Aufwand steht im Widerspruch zum Erkenntnisgewinn.



VIELEN DANK. FRAGEN?

Boris Zimmermann
Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Boris.Zimmermann@mbbm.com

Brechensbauer Weinhardt + Partner Architekten mbH | Foto: Massimo Fiorito

MÜLLER-BBM