

**TÜV RHEINLAND
ENERGY & ENVIRONMENT GMBH**



Bericht über die Eignungsprüfung des Probenahmeegeräts DPA-14 der Firma Digital Elektronik AG für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀

TÜV-Bericht: EuL/21265825/A
Köln, 08. Februar 2025

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

**Die TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung hat die DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein,
Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Digital Elektronik AG aus Volketswil, Schweiz führte die TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH die Eignungsprüfung des Probenahmegeräts DPA-14 für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀ gemäß der folgenden Richtlinie durch.

- Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 12341 vom August 2023

Das Probenahmegerät DPA-14 ist ein als Low Volume Sampler ausgeführtes, automatisches und sequentielles Gerät für die Staubprobenahme auf Membran- und Faserfiltern. Das System beinhaltet eine Probenahmeleitung und kann entweder mit einem PM₁₀ Probenahmeeinlass oder einem PM_{2,5} Probenahmeeinlass betrieben werden. Über den jeweiligen Probenahmeeinlass für PM₁₀ oder PM_{2,5} wird die Umgebungsluft mit Hilfe eines Gebläses angesaugt. Die staubhaltige Luft wird dann durch je einen Membranfilter abgeschieden. Der auf den Filtern abgeschiedene Staub wird nach der Probenahme durch eine externe gravimetrische Wägung gemäß der Europäische Norm EN 12341 bestimmt. Zusätzlich können die Filter für weitere analytische Verfahren wie den Nachweis von Schwermetallen verwendet werden.

Das Probenahmegerät DPA-14 ist dabei grundsätzlich in 2 Bauformen verfügbar. Zum einen die Version DPA-14 Standard, zum anderen die Version DPA-14 Baby. Letztere unterscheidet sich von der Standardversion in der geringeren Gesamtgröße (maximal 18 Filterhalter einsetzbar), in der Positionierung des Gebläses (oben statt unten) sowie der aktuell nicht vorhandenen Option der Kühlung der beaufschlagten Filter).

Die vorliegende Prüfung wurde vollständig mit Prüflingen in der Version DPA-14 Standard durchgeführt. Die Zulassung umfasst somit die Version DPA-14 Standard.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines ca. einmonatigen Feldtests.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen der DIN EN 12341 (2023) erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH wird daher für das Probenahmegerät DPA-14 Standard eine Veröffentlichung als eignungsgeprüftes Probenahmegerät zur gravimetrischen Bestimmung der Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀ gemäß der Richtlinie DIN EN 12341 (2023) vorgeschlagen.



Bericht über die Eignungsprüfung des Probenahmegeräts DPA-14 der Firma Di-
gitel Elektronik AG für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀

Geprüftes Gerät:	DPA-14
Hersteller:	Digitel Elektronik AG Gartenweg 2 8604 Volketswil Schweiz
Prüfzeitraum:	06/2024 bis 02/2025
Berichtsdatum:	08. Februar 2025
Berichtsnummer:	EuL/21265825/A
Bearbeiter:	Karsten Pletscher
Fachlich Verantwortlicher:	Guido Baum
Berichtsumfang:	Bericht: 84 Seiten Anhang ab Seite 86 Handbuch ab Seite 100 Handbuch mit 166 Seiten Gesamt 266 Seiten

Leerseite



Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	3
1. ALLGEMEINES	11
1.1 Bekanntgebavorschlag	11
1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	13
2. AUFGABENSTELLUNG	20
2.1 Art der Prüfung	20
2.2 Zielsetzung	20
3. BESCHREIBUNG DES GEPRÜFTEN PROBENAHMEGERÄTES	21
3.1 Aufbau und Funktionsweise des Probenahmegerätes	21
3.2 Technische Spezifikationen und Betriebsparameter	24
4. PRÜFPROGRAMM	26
4.1 Allgemeines	26
4.2 Laborprüfung	27
4.3 Feldtest	29
5. PRÜFERGEBNISSE	32
5.1 5.1.2 Bauweise des Probenahmegeräts	32
5.1 5.1.3 Bauweise des Standard-Probeneinlasses	34
5.1 5.1.4 Verbindungsleitungen	40
5.1 5.1.5 Filterhalter und Filter	42
5.1 5.1.6 Durchflussregler	47
5.1 5.1.7 Temperatursensoren	53
5.1 5.1.8 Umgebungsdrucksensor	56
5.1 5.1.9 Probenahmedauer	58
5.1 5.1.10 Dichtheit des Probenahmesystems	60
5.1 5.1.11 Lagerung der Filter	63
5.1 5.1.12 Aufzeichnung von Betriebsparametern	65
5.1 5.1.13 Auswirkung eines Ausfalls der Stromversorgung	67
5.1 5.1.14 Auswirkung einer vorzeitigen Beendigung der Probenahme aufgrund einer Filterverstopfung	70
5.1 5.1.15 Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher	72
5.1 5.3.1 Feldtest für die Typprüfung - Allgemeines	74
5.1 5.3.2 Leistungsprüfungen	76
6. EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ	83
6.1 Regelmäßige Arbeiten gemäß Benutzerhandbuch	83
7. LITERATURVERZEICHNIS	84
8. ANHANG	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Gerätetechnische Daten und Betriebsparameter DPA-14 Standard (Herstellerangaben).....	24
Tabelle 2:	Feldteststandorte.....	30
Tabelle 3:	Umgebungsbedingungen am Feldteststandort als Tagesmittelwerte.....	31
Tabelle 4:	Maximale Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter zur Umgebungstemperatur (Werte bei +50°C und -20°C nur informativ).....	44
Tabelle 5:	Eingesetzte Filtermaterialien.....	44
Tabelle 6:	Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als 30 min Mittel.....	48
Tabelle 7:	Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als Einzelablesung.....	49
Tabelle 8:	Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als 24 h-Mittelwerte.....	50
Tabelle 9:	Vergleich Außentemperatur.....	54
Tabelle 10:	Vergleich der Sensoren zur Messung der geräteinternen Temperaturen.....	54
Tabelle 11:	Vergleich Umgebungsdruck.....	56
Tabelle 12:	Ermittlung der Zykluszeit.....	58
Tabelle 13:	Zeitbedarf für den Filterwechsel.....	59
Tabelle 14:	Langfristige Präzision der Uhr (Probenahmegerät eingeschaltet).....	59
Tabelle 15:	Dichtheitsprüfung zu Beginn der Klimakammerprüfung.....	61
Tabelle 16:	Dichtheitsprüfung zum Ende der Klimakammerprüfung.....	61
Tabelle 17:	Temperaturen bei Lagerung der Filter.....	64
Tabelle 18:	Stromausfall kurzzeitig (30 min), inmitten eines Zyklus.....	68
Tabelle 19:	Stromausfall kurzzeitig (30 min), über Zykluswechsel.....	68
Tabelle 20:	Stromausfall langfristig – Prüfung der Systemuhr.....	69
Tabelle 21:	Ergebnisse Überprüfung zu Beginn der Feldprüfung.....	78
Tabelle 22:	Ergebnisse Überprüfung zum Ende der Feldprüfung.....	79
Tabelle 23:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen, PM ₁₀	80
Tabelle 24:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen, PM _{2,5}	81
Tabelle 25:	Verfügbarkeit, PM ₁₀	82
Tabelle 26:	Verfügbarkeit, PM _{2,5}	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau / Übersicht DPA-14 Standard.....	22
Abbildung 2: Schematischer Aufbau DPA-14 Standard.....	23
Abbildung 3: Aufbau SN 0429 & SN 0431 in Klimakammer.....	28
Abbildung 4: Feldteststandort Bornheim (Autobahn A555).....	30
Abbildung 5: Schematischer Aufbau des Probeneinlasses gemäß Anhang A der DIN EN 12341	35
Abbildung 6: Standard-Probeneinlass für PM _{2,5} , montiert.....	36
Abbildung 7: Standard-Probeneinlass für PM _{2,5} , demontiert.....	36
Abbildung 8: Standard-Probeneinlass für PM _{2,5} , Ist-Maße.....	37
Abbildung 9: Standard-Probeneinlass für PM ₁₀ , montiert.....	38
Abbildung 10: Standard-Probeneinlass für PM ₁₀ , demontiert.....	38
Abbildung 11: Standard-Probeneinlass für PM ₁₀ , Ist-Maße.....	39
Abbildung 12: Membranfilter (EMFAB) nach 24 h-Probenahme	45
Abbildung 13: Faserbasierter Filter (Glasfaser) nach 24 h-Probenahme	46
Abbildung 14: Verlauf des Probenvolumenstroms, Gerät 1	51
Abbildung 15: Verlauf des Probenvolumenstroms, Gerät 2	51
Abbildung 16: Anzeige der Softwareversion Sk0.AE	73
Abbildung 17: SN 0430 vs. SN 0431, PM ₁₀	80
Abbildung 18: SN 0428 vs. SN 0429, PM _{2,5}	81
Abbildung 19: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 – Seite 1	86
Abbildung 20: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 – Seite 2	87

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüftes Probenahmegerät ausgesprochen:

Messeinrichtung:

DPA-14 für Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀

Hersteller:

Digital Elektronik AG, Volketswil, Schweiz

Eignung:

Probenahmegerät zur gravimetrischen Bestimmung der Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀ gemäß der Richtlinie DIN EN 12341 (2023)

Softwareversion:

SK0.AE

Einschränkungen:

keine

Hinweise:

1. Die Prüfung umfasst die Geräteversion DPA-14 Standard.
2. Die Prüfung erfolgte ohne optionale Kühlung des Filterspeichers für die beaufschlagten Filter.
3. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.gal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH, Köln
Bericht-Nr. EuL/21265825/A vom 08. Februar 2025

Leerseite

1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Ergebniszusammenstellung Prüfung gemäß Richtlinie DIN EN 12341

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.1.2 Bauweise des Probenahmegeräts	Das Probenahmegerät muss, wie in den nachfolgenden Punkten 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 und 5.1.6 der Richtlinie DIN EN 12341 gefordert, konstruiert sein.	Das Probenahmegerät ist, wie in den nachfolgenden Punkten 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 und 5.1.6 der Richtlinie DIN EN 12341 gefordert, konstruiert. Die Bedienungsanleitungen (Benutzerhandbuch, Installationshandbuch, Software- und Kommunikationshandbuch sowie Wartungshandbuch) des Probenahmegeräts in deutscher Sprache sind vollständig und korrekt. Das Probenahmegerät erlaubt die Prüfung und Kalibrierung der für den korrekten Betrieb notwendigen Sensoren mit Hilfe von externen Transferstandards.	ja	32
5.1.3 Bauweise des Standard-Probeneinlasses	Die Konstruktion des Einlasses muss den Anforderungen aus Punkt 5.1.3 und Anhang A der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen.	Die Standard-Probeneinlässe sind aus Aluminium (mit einer speziellen „Ematal“-Eloxierung) gefertigt. Die Dimensionierung ist auf einen Nennvolumenstrom von 2,3 m ³ /h ausgelegt. Die Dimensionierung bzw. Bemessung der Standard-Probeneinlässe inkl. der Düsen entspricht den Vorgaben des Anhang A der DIN EN 12341.	ja	34
5.1.4 Verbindungsleitungen	Die Konstruktion und Ausführung der Verbindungsleitungen muss den Anforderungen aus Punkt 5.1.4 der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen.	Die Rohrleitung des Probenahmegeräts ist aus Aluminium mit spezieller „Ematal“-Eloxierung gefertigt. Sie ist vertikal ausgerichtet und weist keine Krümmer aus. Die Länge der Verbindungsleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Gerät betrug in der Prüfung 0,77 m und ist somit kürzer als 3 m. Der Hersteller bietet Längen von 0,15 m bis 2,50 m an. Die Rohrleitung ist doppelwandig ausgeführt und wird über die gesamte Länge durch einen im Gerät eingebauten Ventilator aktiv mit Außenluft gespült, so dass die Temperatur der Verbindungsleitung so weit wie möglich der Umgebungstemperatur angeglichen werden kann, um z.B. etwaige Effekte durch Sonneneinstrahlung zu vermindern bzw. Kondensationseffekte in der Rohrleitung zu vermeiden.	ja	40



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.1.5 Filterhalter und Filter	Filterhalter und Filter müssen den Anforderungen aus Punkt 5.1.5 der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen. Die Temperatur der Luft, die während der Probenahme durch den Probenfilter strömt, muss innerhalb von ± 5 K zur Temperatur der Klimakammer bei 20°C liegen.	Die Filterhalter und Filter entsprechen den Anforderungen aus Punkt 5.1.5 der Richtlinie DIN EN 12341. Die maximale Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter und der Umgebungstemperatur von 20°C betrug 3,2 °C und ist somit kleiner als 5 K.	ja	42
5.1.6 Durchflussregler	Nennvolumenstrom / Konstanz des Probenvolumenstroms – Die Abweichung des Volumenstroms vom Nennvolumenstrom von 2,3 m ³ /h bei Umgebungsbedingungen muss bei -20°C, 20°C und 50°C $\leq 2,0$ % des Nennvolumenstroms während der Probenahmedauer (gemittelt) und $\leq 5,0$ % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert) betragen.	Die maximale Abweichung des Nennvolumenstroms (=gemittelte Werte) vom nominalen Betriebsvolumenstrom des Probenahmegerätes liegt mit $0,29\% \leq 2,0\%$. Die maximale Abweichung des Volumenstroms (=Momentanwerte) vom nominalen Betriebsvolumenstroms des Probenahmegerätes liegt mit $0,32\% \leq 5,0\%$.	ja	47
5.1.7 Temperatursensoren	Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der Außenlufttemperatur oder, falls anwendbar, des Sensors zur Messung der Temperatur im Durchflussmessgerät muss bei -20°C, 20°C und 50°C ≤ 2 K betragen. Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der geräteinternen Temperaturen (Filter während der Probenahme, Filter während der Lagerung) muss bei -20°C, 20°C und 50°C ≤ 2 K betragen	Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der Außenlufttemperatur betrug 0,8°C. Ein Vergleich der Sensoren für die Temperatur „Filter während der Probenahme“ sowie Temperatur „Filter während der Lagerung“ mit einem Vergleichssensor ist im laufenden Betrieb aus baulichen Gründen nicht möglich. Eine Prüfung und Kalibrierung dieser Sensoren kann nicht im zusammengebauten Zustand erfolgen und erfordert eine teilweise Demontage des Systems. Da die Temperatursensoren entweder vom gleichen Typ mit gleicher Spezifikation (Filter während der Probenahme) sind bzw. die gleichen internen Anforderungen an die Genauigkeit beim Hersteller erfüllen (Filter während der Lagerung), sollten die zu erwartenden Abweichungen für alle Sensoren vergleichbar mit der Performance des Außentemperatursensors sein.	ja	53
5.1.8 Umgebungsdrucksensor	Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung des Umgebungsdrucks muss während der Laborprüfungen ≤ 1 kPa (10 mbar) betragen.	Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung des Umgebungsdrucks betrug 0,48 kPa.	ja	56

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.1.9 Probenahmedauer	Die Zykluszeit des Einzelfilters muss 24 h betragen. Die Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts muss $\leq \pm 5$ min (in 30 d).	Die eingestellte Zykluszeit für einen Einzelfilter beträgt 1440 min = 24 h. Dies beinhaltet insgesamt <10 s Zeitbedarf für den Filterwechsel inkl. Ein- und Ausschalten der Pumpe. Die Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts liegt über einen Zeitraum von 30 d bei 2,4 min (144 s) und ist somit $\leq \pm 5$ min. Die Datenaufzeichnung des Probenahmegerätes dokumentiert für jede Probenahme Start- und Stoppzeit sowie die Probenahmedauer/Sammelzeit in hh.mm. Für den Fall einer kürzeren Probenahme als der Soll-Probenahmezeit kann dies leicht in der aufgezeichneten Filterdatendatei (F_LVxxxx.dat) eingesehen werden. Weitere Details zu Ausfallzeiten (z.B. exakter Beginn und Ende, Ursache) werden in der Logdatendatei (L_LVxxxx.dat) gespeichert.	ja	58
5.1.10 Dichtheit des Probenahmesystems	Die Dichtheit des Probenahmesystems muss $\leq 1,0$ % des Probenvolumenstroms betragen.	Die Dichtheit des Probenahmesystems liegt mit maximal 0,60 % $\leq 1,0$ % des Probenvolumenstroms. Die implementierte geräteeigene Prüfmethode ist zur Überprüfung der Dichtheit geeignet	ja	60
5.1.11 Lagerung der Filter	Die Lagerungsbedingungen für die Filter sind im Rahmen der Prüfung zu dokumentieren und müssen sicherstellen, dass auf den Filter keine Kondensation auftritt.	Das Probenahmegerät kann optional ein System zur Konditionierung / Kühlung der Filter beinhalten. Auf Wunsch des Herstellers erfolgte die Prüfung der Lagerungstemperatur jedoch ohne Konditionierung / Kühlung der Filter. Die Temperatur der beaufschlagten Filter während der Lagerung wird kontinuierlich erfasst und aufgezeichnet. Die Lagerungstemperatur liegen dabei für alle Temperaturstufen ca. 2-3 K über der Umgebungstemperatur. Bei Umgebungstemperaturen von -20°C sowie +20°C liegen diese sicher bei einer Temperatur von 23°C oder weniger. Bei einer Umgebungstemperatur von +50°C liegt die Lagertemperatur bei ca. 53°C, allerdings ist bei diesen Umgebungsbedingungen auch nicht mit einem Verlust von flüchtigen oder mittelflüchtigen Bestandteilen während der Lagerung zu rechnen. Es wurden in der Prüfung keine Kondensationseffekte beobachtet.	ja	63



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.1.12 Aufzeichnung von Betriebsparametern	<p>Das Probenahmegerät muss in der Lage sein, mindestens stündlich – mindestens – die folgenden Parameter aufzuzeichnen und zu übertragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mittlerer Volumenstrom – Probenahmedauer und Probenvolumen – Mittlere Lufttemperatur in der Filtereinheit – Mittlere Umgebungstemperatur – Mittlere Lagerungstemperatur des Filters – Mittlerer Umgebungsdruck <p>Das Probenahmegerät muss diese Betriebsparameter auch im Standby-Modus aufzeichnen, d.h. wenn das Probenahmegerät keine aktive Probenahme durchführt, aber beaufschlagte Probenahmefilter im Lager verbleiben.</p>	Die Probenahmeeinrichtung kann alle erforderlichen Betriebsparameter und Betriebsstati mit einer minimalen Aufzeichnungsrate von 1 min sowohl während der laufenden Probenahme wie auch im Standby-Betrieb aufzeichnen und übertragen. Die Aufzeichnungsrate ist wählbar und liegt mit einem Minimalintervall von 1 min (in Eignungsprüfung eingestellt: 10 min) unterhalb der geforderten Aufzeichnungsrate von ≤ 1 h.	ja	65
5.1.13 Auswirkung eines Ausfalls der Stromversorgung	Bei einem Stromausfall sind die Geräteparameter gegen Verlust zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch den Betrieb wieder aufnehmen.	Bei Stromausfall sind die Geräteparameter vor Verlust geschützt. Die Probenahmeeinrichtung nimmt den Betrieb nach Spannungswiederkehr automatisch und korrekt auf. Die Systemuhr arbeitet auch nach einem langzeitigen Stromausfall von mindestens 30 Tage korrekt weiter.	ja	67
5.1.14 Auswirkung einer vorzeitigen Beendigung der Probenahme aufgrund einer Filterverstopfung	Geräte mit Filterwechslern müssen in der Lage sein, automatisch mit einem neuen Filter neu zu starten, wenn die vorhergehende Filterprobenahme aufgrund eines zu hohen Druckabfalls beendet wurde.	<p>Für den Fall des Beendens einer Probenahme auf Grund des Erreichens des maximal zulässigen Druckverlusts über Filter, können folgende Optionen eingestellt werden:</p> <p>Option 1: Filterwechsel bei Überlast AUS: Das Gerät versucht 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird die Pumpe abgeschaltet und bis zum Zyklusende (Work+Pause) mit dem Filterwechsel gewartet.</p> <p>Option 2: Filterwechsel bei Überlast EIN: Auch mit dieser Einstellung versucht das Gerät 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Filterwechsel sofort durchgeführt.</p>	ja	70

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.1.15 Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher	Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher müssen im Bericht dokumentiert werden. Firmware- und Softwareversionen müssen vom Gerät aufgezeichnet werden.	Die aktuelle Softwareversion kann jederzeit im Menü unter „Softwareversion anzeigen“ eingesehen werden. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt. Die während der Eignungsprüfung implementierte Softwareversion lautet SK0.AE, der aktuelle Stand der Benutzerhandbücher lautet Benutzerhandbuch DPA-14, Version 1.1, Installationshandbuch DPA-14, Version 1.0, Softwarehandbuch DPA-14, Version 3.1 und- Wartungshandbuch DPA-14, Version 1.2.	ja	72

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.1 Feldtest für die Typprüfung - Allgemeines	<p>Grundsätzliches</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Qualität, der in den beschriebenen Prüfverfahren verwendeten Materialien und Ausrüstung müssen den Anforderungen der DIN EN 12341 entsprechen. Die folgenden Spezifikationen sind einzuhalten: - Der Hersteller muss zwei Probenahmegeräte desselben Typs bereitstellen. Es wird empfohlen, die gleichen Geräte wie bei den Laborprüfungen zu verwenden. Unabhängig davon müssen die Probenahmegeräte erneut in Betrieb genommen und für den Volumenstrom und andere Parameter neu kalibriert werden, um für die Feldprüfung bereit zu sein. - Die Probenahmegeräte müssen während der gesamten Prüfung mit identischen Filtern ausgestattet sein. Es wird empfohlen, dass diese vom gleichen Hersteller und aus dem gleichen Material wie die bei den Laborprüfungen verwendeten Geräte stammen. - Unabhängig davon müssen die Filter mit den im Anwendungsbereich definierten Parametern übereinstimmen, die in Abschnitt 5.1.5.2 und unter Bezugnahme auf Anhang C der Richtlinie DIN EN 12341 beschrieben sind. 	<p>Die Feldprüfung erfolgte mit insgesamt 4 Probenahmegeräten desselben Typs (PM_{2,5}: SN 0428, SN 0429; PM₁₀: SN 0430, SN 0431). Die Feldprüfung erfolgte an einem verkehrsnahen Standort (Bornheim, A555 Fahrtrichtung Köln) im Zeitraum vom 13.12.2024 bis 12.01.2025. Vor Beginn der Feldprüfung wurden die Dichtigkeit, der Volumenstrom sowie die Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck mit Hilfe von Transferstandards überprüft und falls notwendig justiert. Zum Ende der Feldprüfung erfolgte erneut eine Überprüfung der Dichtigkeit, des Volumenstroms sowie der Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck. Im Rahmen der Feldprüfung wurde die gleichen Filter eingesetzt wie bei den Laborprüfungen (Hersteller: Pall, Typ: EMFAB).</p>	ja	74
5.3.2 Leistungsprüfungen	<p>Die Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten muss $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein. Die Verfügbarkeit muss mindestens 95 % betragen.</p>	<p>Die Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten beträgt $0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ und $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5}. Die Verfügbarkeit im Rahmen der Feldprüfung ergibt sich zu 100 % für PM₁₀ und 100 % für PM_{2,5}.</p>	ja	76

Leerseite

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Digitel Elektronik AG wurde von der TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH eine Eignungsprüfung für das Probenahmegerät DPA-14 für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀ vorgenommen.

2.2 Zielsetzung

Das Probenahmegerät soll die richtlinienkonforme Probenahme gemäß den Anforderungen des Standardverfahrens DIN EN 12341 zur Bestimmung der PM₁₀- und PM_{2,5}-Massenkonzentration von Schwebstaub in der Außenluft durch Probenahme der Partikel auf Filtern und deren Wägung sicherstellen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinie:

- Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 12341 vom August 2023

3. Beschreibung des geprüften Probenahmegerätes

3.1 Aufbau und Funktionsweise des Probenahmegerätes

Das Probenahmegerät DPA-14 ist ein als Low Volume Sampler ausgeführtes, automatisches und sequentielles Gerät für die Staubprobenahme auf Membran- oder Faserfiltern. Das System beinhaltet eine Probenahmeleitung und kann entweder mit einem PM₁₀ Probenahmeeinlass oder einem PM_{2,5} Probenahmeeinlass betrieben werden. Über den jeweiligen Probenahmeeinlass für PM₁₀ oder PM_{2,5} wird die Umgebungsluft mit Hilfe eines Gebläses angesaugt. Die staubhaltige Luft wird dann durch je einen Membranfilter abgeschieden. Der auf den Filtern abgeschiedene Staub wird nach der Probenahme durch eine externe gravimetrische Wägung gemäß der Europäische Norm EN 12341 bestimmt. Zusätzlich können die Filter für weitere analytische Verfahren wie den Nachweis von Schwermetallen verwendet werden.

Das Probenahmegerät DPA-14 ist dabei grundsätzlich in 2 Bauformen verfügbar. Zum einen die Version DPA-14 Standard, zum anderen die Version DPA-14 Baby. Letztere unterscheidet sich von der Standardversion in der geringeren Gesamtgröße (maximal 18 Filterhalter einsetzbar), in der Positionierung des Gebläses (oben statt unten) sowie der aktuell nicht vorhandenen Option der Kühlung der beaufschlagten Filter).

Im Rahmen der vorliegenden Prüfungen erfolgten alle Untersuchungen in der Geräteversion DPA-14 Standard.

Nachfolgende Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Aufbau des Probenahmegeräts DPA-14 Standard. Abbildung 2 zeigt den schematischen Aufbau des Probenahmegeräts.

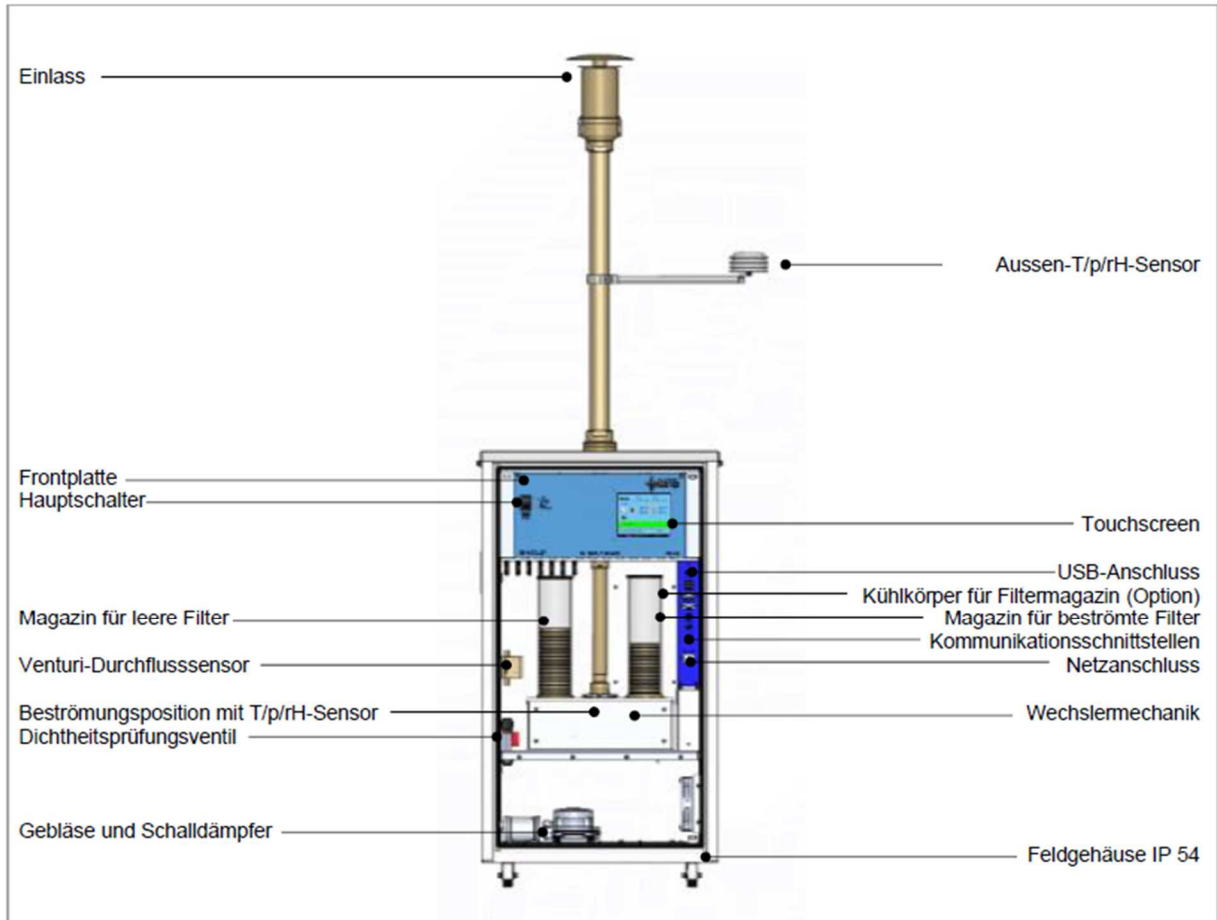


Abbildung 1: Aufbau / Übersicht DPA-14 Standard

Hinweis: Die Option der Kühlung des Filtermagazins für beaufschlagte Filter wurde im Rahmen der Prüfung nicht untersucht. Es erfolgte somit keine aktive Konditionierung der beaufschlagten Filter. Die Temperatur im Bereich der beaufschlagten Filter wurde jedoch vom System jederzeit kontinuierlich überwacht und aufgezeichnet.

3.2 Technische Spezifikationen und Betriebsparameter

Tabelle 1 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten und Betriebsparameter des Probenahmegeräts DPA-14 Standard.

Tabelle 1: Gerätetechnische Daten und Betriebsparameter DPA-14 Standard (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht	DPA-14 Standard
Probenahmegerät	526 mm x 235 mm x 1020 mm 33 kg
Probenahmerohr	150 – 2500 mm (770 mm während der Prüfung)
Probenahmekopf	DIGITEL LVS / PM INLET, DPM10/2.3/00 oder DPM2.5/2.3/00
Energieversorgung	230 VAC bei 50 - 60 Hz, max. 2A/180W
Leistungsaufnahme	Mittlere Leistungsaufnahme 80W
Aufstellungsbedingungen	
Temperatur	-20 bis +50 °C
Feuchte	0-95% rH
Probenahmestraße	1
Probenflussrate	2,3 m³/h = 38,33 l/min konstant
Probenahmerohr	Aluminium, «Ematal»-eloxiert
Filtermanagement	
Filtertyp	Planfilter, d = 47 mm
Filterhalter	POM oder eloxiertes Aluminium (POM während der Prüfung)
Filtervorrat	30
Konditionierung der Filter nach Probenahme	Optional (keine Konditionierung während der Prüfung)
Datenaufzeichnung	
Intervall	1 min – 24 h (10 min während der Prüfung)
Betriebsparameter	Durchflussmenge (momentane und durchschnittliche), Druckabfall über den Filter, Beströmungszeit, Lufttemperatur nach dem Filter, Temperatur der Filterlagerung Aussendruck Aussentemperatur Luftfeuchtigkeit

	Feuchtigkeit nach dem Filter Kalibrierungsprotokolle Prüfprotokolle Netzausfallprotokoll
Schnittstellen	RS232C, RS485, USB, Ethernet

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an vier identischen Probenahmegeräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: SN 0428

Gerät 2: SN 0429

Gerät 3: SN 0430

Gerät 4: SN 0431

Es wurden insgesamt vier baugleiche Prüflinge zur Verfügung gestellt, so dass der Feldtest für beide Fraktionen parallel durchgeführt werden konnte.

Zum Start der Eignungsprüfung war folgende Softwareversion auf der Messeinrichtung installiert:

- SK0.AE

Die Softwareversion blieb im Verlauf der Prüfung unverändert.

4.2 Laborprüfung

Die Eignungsprüfung im Labor erfolgte an vier identischen Probenahmegeräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: SN 0428 (PM_{2,5})

Gerät 2: SN 0429 (PM_{2,5}) → Klimakammertest

Gerät 3: SN 0430 (PM₁₀)

Gerät 4: SN 0431 (PM₁₀) → Klimakammertest

Nach der Richtlinie DIN EN 12341:2023 [1] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Bauweise des Probenahmegeräts und des Standard-Probeneinlass
- Verbindungsleitungen
- Filterhalter und Filter
- Nennvolumenstrom (bei -20°C, +20°C und +50°C)
- Konstanz des Probenvolumenstroms (bei -20°C, +20°C und +50°C)
- Temperatur der Luft am Filter während der Probenahme (bei 20°C)
- Dichtheit des Probenahmesystems
- Zykluszeit des Einzelfilters
- Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts
- Maximaler Bias der Sensoren für Außenlufttemperatur, Umgebungsdruck und geräteinterner Temperatursensoren
- Aufzeichnung und Übertragung von Betriebsparametern
- Auswirkung von Stromausfall
- Beendigung der Probenahme aufgrund von Filterüberlastung
- Firmware / Software / Version Benutzerhandbuch

Folgende Geräte kamen für die Laboruntersuchungen zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von -20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Referenzdurchflussmesser vom Typ tetraCAL Ultra (Hersteller: Mesa Lab), Messunsicherheit ≤1,0 %, NIST-rückgeführt
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI), Messunsicherheit ≤2,0 %, DKD-rückgeführt
- 1 digitale Schieblehre Modell 412780 200 (Hersteller: Garant), zulässige Abweichung 10 µm, Messunsicherheit 30 µm, DKD-rückgeführt,
Hinweis:
Zur Qualitätssicherung für die normkonforme Bemaßung der Innendurchmesser der Düsen werden herstellerseitig zertifizierte Prüfstäbe verwendet, im Rahmen des Labortests wurden diese mit der digitalen Schieblehre nochmals gegengeprüft.

- 1 Winkelmesser Modell 453500 300 (Hersteller: Marui-Keiki), Messunsicherheit $\leq 1,5'$, DKD-rückgeführt
- Referenztemperaturmessung Thermoelement NiCr-Ni / K, Messunsicherheit $\leq 0,5$ K, rückgeführt gegen TÜV-Transferstandard
- Referenzdruckmessung Lufft Opus20 THIP, Messunsicherheit $\leq 0,5$ kPa, DKD-rückgeführt

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 5 in diesem Bericht zusammengestellt.



Abbildung 3: Aufbau SN 0429 & SN 0431 in Klimakammer

4.3 Feldtest

Die Eignungsprüfung im Feld erfolgte an vier identischen Probenahmegeräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: SN 0428 (PM_{2,5})

Gerät 2: SN 0429 (PM_{2,5})

Gerät 3: SN 0430 (PM₁₀)

Gerät 4: SN 0431 (PM₁₀)

Nach der Richtlinie DIN EN 12341:2023 [1] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Feld:

- Nennvolumenstrom (Beginn und Ende der Feldprüfung)
- Dichtheit des Probenahmesystems (Beginn und Ende der Feldprüfung)
- Aufzeichnung und Übertragung von Betriebsparametern
- Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten
- Verfügbarkeit

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Wetterstation zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit sowie orientierend Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge, Typ WeatherScreen PRO, Hersteller dnt®, Messunsicherheit T $\pm 1^\circ\text{K}$. Messunsicherheit p $\pm 0,3$ kPa, rückgeführt gegen TÜV-Transferstandard, die Entfernung der Wetterstation zu den Prüflingen beträgt ca. 5 m.
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI), Messunsicherheit $\leq 2,0$ %, DKD-rückgeführt

Die Probenahmegeräte wechseln alle 24 h automatisch um 0:00 die Filter.

Die Impaktionsplatten der Probeneinlässe der Probenahmegeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten.

Messstandort

Die Untersuchungen im Feld erfolgten am Standort Bornheim (Autobahn A555).

Tabelle 2: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Bornheim (Autobahn A555)	13.12.2024 – 12.01.2025	Verkehrseinfluss

Die folgenden Abbildung zeigt die Probenahmegeräte am Feldteststandort:



Abbildung 4: Feldteststandort Bornheim (Autobahn A555)



Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit sowie orientierend Windgeschwindigkeit sowie Windrichtung. Es wurden 10-min-Mittelwerte gespeichert.

Die nachfolgende Tabelle 3 enthält einen Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen ermittelt wurden.

Tabelle 3: Umgebungsbedingungen am Feldteststandort als Tagesmittelwerte

	Bornheim
Anzahl Wertepaare	PM ₁₀ : 31 PM _{2,5} : 31
Lufttemperatur [°C]	
Bereich	-0,2 – 11,1
Mittelwert	4,3
Luftdruck [hPa]	
Bereich	984 – 1031
Mittelwert	1013
Rel. Luftfeuchte [%]	
Bereich	72,5 – 96,0
Mittelwert	86,6
Windgeschwindigkeit* [m/s]	
Bereich	0,2 – 2,6
Mittelwert	1,1

*Bei diesen Daten handelt es sich nur um orientierende Messungen



5. Prüfergebnisse

5.1 5.1.2 Bauweise des Probenahmegeräts

Das Probenahmegerät muss, wie in den nachfolgenden Punkten 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 und 5.1.6 der Richtlinie DIN EN 12341 gefordert, konstruiert sein.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Vollständige Probenahmegeräte inkl. Handbuch

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Probenahmegeräte sowie das Handbuch müssen auf Vollständigkeit und Korrektheit geprüft werden.

Probenahmegeräte bestehen üblicherweise aus den folgenden Elementen:

- Größenselektive Probeneinlässe (siehe Punkt 5.1.3 und Anhang A der DIN EN 12341)
- Verbindungsleitung zwischen Probeneinlass und Filterhalter (siehe Punkt 5.1.4 der DIN EN 12341)
- Filterhalter und Filter (siehe Punkt 5.1.5 der DIN EN 12341)
- Durchflussregler (siehe Punkt 5.1.6 der DIN EN 12341)
- Probenwechsler (nur bei automatischen Filterwechslern)
- Einrichtung für die Lagerung der Filter im Probenahmegerät (nur bei automatischen Filterwechslern)

Das Probenahmegerät muss so ausgeführt sein, dass die Prüfung und Kalibrierung aller Sensoren möglich sind, um die korrekte Arbeitsweise des Probenahmegeräts sicherzustellen. Das Handbuch des Probenahmegeräts muss Anweisungen für den Zugang zu den Sensoren und deren Prüfung sowie die dafür erforderlichen spezifischen Werkzeuge enthalten.

Es wird empfohlen, das Probenahmegerät so auszulegen, dass die Auswirkung hoher Temperaturen infolge von Sonneneinstrahlung minimiert wird.

5.4 Auswertung

Das Probenahmegerät besteht aus den folgenden Elementen:

- Größenselektive Probeneinlässe - siehe Punkt 5.1 5.1.3 Bauweise des Standard-Probeneinlasses
- Verbindungsleitung zwischen Probeneinlass und Filterhalter – siehe Punkt 5.1 5.1.4 Verbindungsleitungen
- Filterhalter und Filter – siehe Punkt 5.1 5.1.5 Filterhalter und Filter
- Durchflussregler – siehe Punkt 5.1 5.1.6 Durchflussregler
- Probenwechsler
- Einrichtung für die Lagerung der Filter im Probenahmegerät, optional konditioniert, während der Eignungsprüfung keine Konditionierung

Die Bedienungsanleitungen (Benutzerhandbuch, Installationshandbuch, Software- und Kommunikationshandbuch sowie Wartungshandbuch) des Probenahmegeräts in deutscher Sprache sind vollständig und korrekt.

Die Herstellerangaben sind nicht besser als die Ergebnisse der Eignungsprüfung.

Das Probenahmegerät erlaubt die Prüfung und Kalibrierung der folgenden Sensoren mit Hilfe von externen Transferstandards:

- Außenlufttemperatur
- Umgebungsluftdruck
- Temperatur Filter während der Probenahme (= Temperatur der Probenluft nach Filter)*
- Temperatur Filtermagazin*

* Diese Sensoren sind im Betrieb des Gerätes nicht für eine Vergleichsmessung zugänglich. Eine Prüfung und Kalibrierung erfordert eine teilweise Demontage des Systems.

Das Handbuch des Probenahmegeräts enthält Anweisungen für den Zugang zu den Sensoren und deren Prüfung sowie die dafür erforderlichen spezifischen Werkzeuge.

5.5 Bewertung

Das Probenahmegerät ist, wie in den nachfolgenden Punkten 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 und 5.1.6 der Richtlinie DIN EN 12341 gefordert, konstruiert. Die Bedienungsanleitungen (Benutzerhandbuch, Installationshandbuch, Software- und Kommunikationshandbuch sowie Wartungshandbuch) des Probenahmegeräts in deutscher Sprache sind vollständig und korrekt. Das Probenahmegerät erlaubt die Prüfung und Kalibrierung der für den korrekten Betrieb notwendigen Sensoren mit Hilfe von externen Transferstandards.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

5.1 5.1.3 Bauweise des Standard-Probeneinlasses

Die Konstruktion des Einlasses muss den Anforderungen aus Punkt 5.1.3 und Anhang A der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Schieblehre, Winkelmesser

5.3 Durchführung der Prüfung

Das Probenahmegerät kann mit folgenden Standard-Probeneinlässen bestückt werden:

PM₁₀: Typ DPM10/2.3/00

PM_{2,5}: Typ DPM2.5/2.3/00

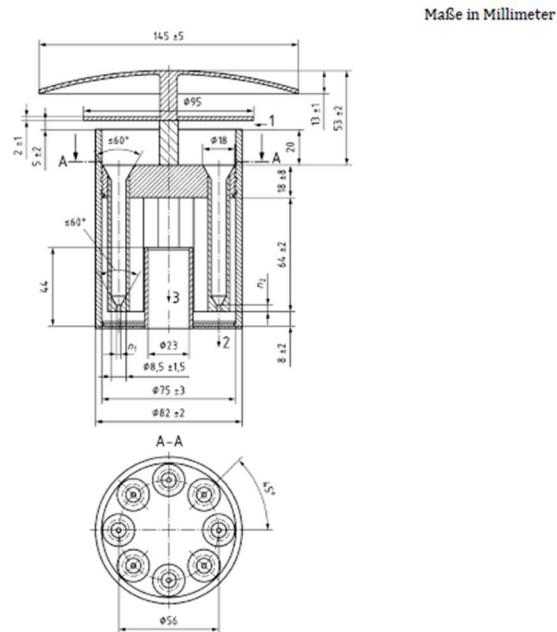
Die Konstruktion der Einlässe wurde gemäß den Anforderungen aus Anhang A der DIN EN 12341 [1] überprüft. Für die Untersuchungen wurde auch nicht verbaute, „aufgeschnittene“ Düsen eines jeden Typs zu Verfügung gestellt.

Es sind folgende Anforderungen zu überprüfen:

- Der Probeneinlass muss aus einem inerten, korrosionsbeständigen, elektrisch leitenden Werkstoff, wie z. B. nichtrostendem Stahl, Aluminiumlegierung oder anodisiertem Aluminium, hergestellt sein.
- Für eine ordnungsgemäße größenselektive Probenahme von PM₁₀ und PM_{2,5} muss der Probenvolumenstrom bei einem Nennvolumenstrom von 2,3 m³/h gehalten werden.
- Konformität der Probeneinlässe mit den Anforderungen aus Anhang A der DIN EN 12341 [1] (siehe Abbildung 5)

Hinweis:

Zur Qualitätssicherung für die normkonforme Bemaßung der Innendurchmesser der Düsen werden herstellerseitig zertifizierte Prüfstäbe verwendet, im Rahmen des Labortests wurden diese mit der digitalen Schieblehre nochmals gegengeprüft.



Legende

Grenzabweichungen für alle Maße, sofern nicht anders angegeben: $\pm 0,2$ mm bzw. $\pm 0,5^\circ$.

- 1 Luftprobe
- 2 Abfluss für abgeschiedenes Wasser
- 3 zum Filter
- n_1 Innendurchmesser Düse
für PM_{2,5}: $2,6 (+0,01/-0)$ mm (H7 Herstellungstoleranz nach ISO 286-2 [28])
für PM₁₀: $6,5 (+0,015/-0)$ mm (H7 Herstellungstoleranz nach ISO 286-2 [28])
- n_2 Düsenlänge
für PM_{2,5}: $3,7 \pm 0,1$ mm
für PM₁₀: $7,0 \pm 0,1$ mm

Abbildung 5: Schematischer Aufbau des Probeneinlasses gemäß Anhang A der DIN EN 12341

5.4 Auswertung

Das Probenahmeegerät kann mit folgenden Standard-Probeneinlässen bestückt werden:

PM₁₀: Typ DPM10/2.3/00

PM_{2,5}: Typ DPM2.5/2.3/00

Die Standard-Probeneinlässe sind aus Aluminium (mit einer speziellen „Ematal“-Eloxierung) gefertigt. Die Dimensionierung ist auf einen Nennvolumenstrom von 2,3 m³/h ausgelegt.

Die Dimensionierung bzw. Bemaßung der Standard-Probeneinlässe inkl. der Düsen entspricht den Vorgaben des Anhang A der DIN EN 12341.

5.5 Bewertung

Die Standard-Probeneinlässe sind aus Aluminium (mit einer speziellen „Ematal“-Eloxierung) gefertigt. Die Dimensionierung ist auf einen Nennvolumenstrom von 2,3 m³/h ausgelegt. Die Dimensionierung bzw. Bemaßung der Standard-Probeneinlässe inkl. der Düsen entspricht den Vorgaben des Anhang A der DIN EN 12341.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Standard-Probeneinlass für PM_{2,5}



Abbildung 6: Standard-Probeneinlass für PM_{2,5}, montiert



Abbildung 7: Standard-Probeneinlass für PM_{2,5}, demontiert

Standard-Probeneinlass für PM₁₀



Abbildung 9: Standard-Probeneinlass für PM₁₀, montiert



Abbildung 10: Standard-Probeneinlass für PM₁₀, demontiert



5.1 5.1.4 Verbindungsleitungen

Die Konstruktion und Ausführung der Verbindungsleitungen muss den Anforderungen aus Punkt 5.1.4 der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

5.3 Durchführung der Prüfung

Es wurden folgende Anforderungen überprüft bzw. bewertet:

- Die Rohrleitung muss aus einem inerten, korrosionsbeständigen, elektrisch leitenden Werkstoff, wie z. B. nichtrostendem Stahl, Aluminiumlegierung oder anodisiertem Aluminium, hergestellt sein.
- Die Rohrleitung darf keine Krümmer aufweisen und muss vertikal ausgerichtet sein.
- Die Länge der Verbindungsleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Filterhalter darf nicht länger als 3 m sein.
- Die Rohrleitung muss so ausgelegt sein, dass die Auswirkung einer Erhitzung durch die Sonneneinstrahlung minimiert wird, damit die Temperatur der Probenluft so weit wie möglich der Umgebungstemperatur entspricht.
- Die Temperatur der Verbindungsleitung muss so nah wie möglich an die der Umgebungstemperatur angeglichen sein, um einen Kontakt der Probenluft mit kalten Oberflächen wegen der möglichen Bildung von Kondensat zu vermeiden, zum Beispiel durch Belüftung mit Außenluft um die Rohrleitung.

5.4 Auswertung

Die Rohrleitung des Probenahmegeräts ist aus Aluminium mit spezieller „Ematal“-Eloxierung gefertigt. Sie ist vertikal ausgerichtet und weist keine Krümmer aus. Die Länge der Verbindungsleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Gerät betrug in der Prüfung 0,77 m und ist somit kürzer als 3 m. Der Hersteller bietet Längen von 0,15 m bis 2,50 m an.

Die Rohrleitung ist doppelwandig ausgeführt und wird über die gesamte Länge durch einen im Gerät eingebauten Ventilator aktiv mit Außenluft gespült, so dass die Temperatur der Verbindungsleitung so weit wie möglich der Umgebungstemperatur angeglichen werden kann, um z.B. etwaige Effekte durch Sonneneinstrahlung zu vermindern bzw. Kondensationseffekte in der Rohrleitung zu vermeiden.

5.5 Bewertung

Die Rohrleitung des Probenahmegeräts ist aus Aluminium mit spezieller „Ematal“-Eloxierung gefertigt. Sie ist vertikal ausgerichtet und weist keine Krümmer aus. Die Länge der Verbindungsleitung zwischen dem Probeneinlass und dem Gerät betrug in der Prüfung 0,77 m und ist somit kürzer als 3 m. Der Hersteller bietet Längen von 0,15 m bis 2,50 m an.

Die Rohrleitung ist doppelwandig ausgeführt und wird über die gesamte Länge durch einen im Gerät eingebauten Ventilator aktiv mit Außenluft gespült, so dass die Temperatur der Verbindungsleitung so weit wie möglich der Umgebungstemperatur angeglichen werden kann, um z.B. etwaige Effekte durch Sonneneinstrahlung zu vermindern bzw. Kondensationseffekte in der Rohrleitung zu vermeiden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



5.1 5.1.5 Filterhalter und Filter

Die Filterhalter und Filter müssen den Anforderungen aus Punkt 5.1.5 der Richtlinie DIN EN 12341 entsprechen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung werden die Probenahmegeräte, die Filterhalter, die im Rahmen der Prüfung eingesetzten Filter, das Handbuch der Probenahmegeräte sowie ein Fotoapparat und die Klimakammer benötigt.

5.3 Durchführung der Prüfung

Folgende Anforderungen wurden überprüft und bewertet:

a) Filterhalter

- Der Filterhalter muss aus einem inerten, korrosionsbeständigen Werkstoff, wie z. B. nichtrostendem Stahl, Aluminiumlegierung oder anodisiertem Aluminium, bestehen. Kunststoffmaterial, wie z. B. Polycarbonat, POM (Polyoxymethylen) oder PTFE (Polytetrafluorethylen), kann ebenfalls verwendet werden.
- Der zur Aufnahme eines runden Filters geeignete Filterhalter muss so ausgelegt sein, dass der Durchmesser der exponierten Fläche, durch die die Probenluft strömt, zwischen 34 mm und 44 mm liegt.
- Die Filterauflage muss aus Gittern entweder aus nichtrostendem Stahl, anodisiertem Aluminium, Aluminiumlegierung, Polycarbonat, POM oder PTFE bestehen.
- Der Filterhalter muss den Filter zuverlässig fixieren und eine einwandfreie Abdichtung sicherstellen, ohne den Filter zu beschädigen. Die Filterhalter sind durch Probenahme von zwei Filtern (einer aus Membranmaterial und einer aus faserbasiertem Material) über einen Zeitraum von 24 Stunden zu bewerten. Nach der Exposition sind die Filter zu überprüfen, um sicherzustellen, dass eine klar definierte Linie zwischen den beprobten und den nicht beprobten Bereichen verläuft und die Filter nicht beschädigt sind. Ein fotografischer Nachweis ist vorzulegen.
- Die Anordnung des Filterhalters muss so ausgelegt sein, dass die Temperatur des Filterhalters und des Filters so weit wie möglich der Umgebungstemperatur entspricht. Der Einfluss von Wärmequellen, wie z. B. elektrische Geräte (z. B. Probenahmpumpe) und kühlenden Elementen, wie z. B. Klimaanlage, müssen minimiert werden. Die Prüfungen in der Labor-Klimakammer müssen bei 20 °C durchgeführt werden, und die Temperatur, der durch den Probenahmefilter strömenden Luft darf, nicht um mehr als 5 °K von der Temperatur der Luft abweichen, von der die Proben genommen werden. Dies ist zu überprüfen, indem Temperaturmessungen der Probenluft unmittelbar nach dem Filter durchgeführt werden, die mit den Temperaturmessungen der Außenluft zu vergleichen sind.
- Der Messwert der Temperatursensoren des Probenahmegeräts muss mindestens einmal je Stunde aufgezeichnet werden. Diese stündlichen Messungen sind zu verwenden, um die Einhaltung dieser Prüfanforderung zu bewerten.

b) Filter

- Die Filter müssen aus Glasfasern, Quarzfasern, PTFE oder PTFE-beschichteten Glasfasern bestehen.
- Das (die) für die Typprüfung verwendete(n) Filtermaterial(e) ist (sind) anzugeben.
- Die Filter müssen einen Abscheidegrad von mindestens 99,5 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 0,3 µm aufweisen.

5.4 Auswertung

a) Filterhalter

- Die verwendeten Filterhalter bestehen aus POM (Standard, in Eignungsprüfung verwendet). Alternativ sind auch Filterhalter aus eloxiertem Aluminium mit einem Schutzring aus PTFE und zwei Dichtungsringen aus NBR verfügbar.
- Der Durchmesser der exponierten Fläche, durch die Probenluft strömt, beträgt 40 mm.
- Die Filterauflage besteht aus einem Gitter gefertigt aus eloxiertem Aluminium. Das Stützgitter ist im Filterwechsler selbst eingebaut.
- Der Filterhalter fixiert den Filter zuverlässig und stellt eine einwandfreie Abdichtung sicher, ohne den Filter zu beschädigen.

Dies wurde durch den Betrieb der Messeinrichtung mit einem Membranfilter (EMFAB) und einem faserbasierten Filter (Glasfaser) über einen Zeitraum von 24 h überprüft. Für beide Filtertypen zeichnet sich eine klar definierte Linie zwischen beprobtem und unbeprobtem Bereich aus (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13). Beschädigungen sind nicht feststellbar.

- Die Temperatur der Probenluft nach dem Filter wird im Probenahmegerät kontinuierlich gemessen und mindestens einmal pro Stunde aufgezeichnet (Intervall frei einstellbar zwischen 1 min und 24 h; im Rahmen der Eignungsprüfung wurde ein Aufzeichnungsintervall von 10 min eingestellt.). Diese Temperatur repräsentiert die Temperatur des Filterhalters und des Filters und entspricht so weit wie möglich der Umgebungstemperatur.

Dies wurde durch Auswertung der Temperatur der Probenluft nach dem Filter im Vergleich zur Umgebungstemperatur bei einer Umgebungstemperatur von 20°C in der Klimakammer überprüft. Die maximale Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter und der Umgebungstemperatur von 20°C betrug 3,2°C und ist somit kleiner als 5 K.

Tabelle 4: Maximale Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter zur Umgebungstemperatur (Werte bei +50°C und -20°C nur informativ).

Differenz zwischen Außentemperatur und Temperatur am Filter während der Probenahme			
		SN0429	SN0431
Max. absolute Differenz bei 20°C	°C	3,1	1,7
Max. absolute Differenz bei 50°C	°C	2,7	1,8
Max. absolute Differenz bei -20°C	°C	3,7	2,2
Max. absolute Differenz bei 20°C	°C	3,2	1,8

b) Filter

- In der Probenahmeeinrichtung können grundsätzlich Filter mit einem Durchmesser von 47 mm eingesetzt werden.
- Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde folgendes Filtermaterial eingesetzt:

Tabelle 5: Eingesetzte Filtermaterialien

Hersteller	Typ	Material	Abscheidegrad ≥0,3 µm
Pall	Emfab™	Teflonbeschichtete Glasfaser	99,95 %*

* Spezifikation Hersteller (ohne spezifische Angabe des Durchmessers)

5.5 Bewertung

Die Filterhalter und Filter entsprechen den Anforderungen aus Punkt 5.1.5 der Richtlinie DIN EN 12341. Die maximale Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter und der Umgebungstemperatur von 20°C betrug 3,2 °C und ist somit kleiner als 5 K.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses



Abbildung 12: Membranfilter (EMFAB) nach 24 h-Probenahme



Abbildung 13: Faserbasierter Filter (Glasfaser) nach 24 h-Probenahme

Die Einzelwerte der Untersuchungen zur maximalen Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Probenluft nach dem Filter zur Umgebungstemperatur sind in Anlage 3 im Anhang zu diesem Bericht zu finden.

5.1 5.1.6 Durchflussregler

*Nennvolumenstrom / Konstanz des Probenvolumenstroms –
Die Abweichung des Volumenstroms vom Nennvolumenstrom von 2,3 m³/h bei Um-
gebungsbedingungen muss bei -20°C, 20°C und 50°C
≤ 2,0 % des Nennvolumenstroms während der Probenahmedauer (gemittelt) und
≤ 5,0 % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert) betragen*

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer, Referenzdurchflussmessgerät.

5.3 Durchführung der Prüfung

Der nominale Betriebsvolumenstrom (Durchflussrate) des Probenahmeegerätes beträgt 2,3 m³/h entsprechend 38,33 l/min.

Die Prüflinge wurden vollständig in der Klimakammer betrieben. Vor der Prüfung wurden die Durchflussraten der Prüflinge bei einer Umgebungstemperatur von +20°C überprüft und ggf. justiert.

Der Nennvolumenstrom bzw. die Konstanz des Probenvolumenstroms wurde in folgender Abfolge der Umgebungstemperatur geprüft:

+20°C → +50°C → -20°C → +20°C

Jeder Temperaturschritt wurde über einen Zeitraum von 24 h geprüft. Zwischen den Temperaturschritten lag ein Zeitraum von 14 h (8 h Temperaturrampe, gefolgt von 6 h Äquilibrierzeit). Das Referenzdurchflussmessgerät wurde in der Klimakammer betrieben und über eine Schlauchleitung an den Einlass des Probenahmeegeräts (Eingang Probenahmerohr) angeschlossen.

Die Durchflussrate des Referenzdurchflussmessgerätes wurde kontinuierlich mit einer Aufzeichnungsrate von 10 s aufgezeichnet.

5.4 Auswertung

Die Durchflussrate des Referenzdurchflussmessgerätes wurde mit einer Aufzeichnungsrate von 10 s aufgezeichnet.

Die Messwerte wurden wie folgt ausgewertet:

Momentanwert des Volumenstroms

- Erfassung im 10 s-Intervall über einen Zeitraum von 30 min innerhalb des jeweiligen Temperaturschritts von 24 h, Verdichtung auf einen 30 min Mittelwert und Vergleich mit Betriebsvolumenstrom (Soll)

Tabelle 6: Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als 30 min Mittel

		Momentanwerte (30min Mittel)	
		SN0429	SN0431
Sollwert Durchflussrate	l/min	38,33	38,33
Mittelwert bei 20°C	l/min	38,35	38,29
Abw. vom Sollwert	%	0,05	-0,10
Mittelwert bei 50°C	l/min	38,40	38,26
Abw. vom Sollwert	%	0,18	-0,18
Mittelwert bei -20°C	l/min	38,24	38,45
Abw. vom Sollwert	%	-0,23	0,31
Mittelwert bei 20°C	l/min	38,42	38,36
Abw. vom Sollwert	%	0,23	0,08

- Erfassung im 10 s-Intervall über einen Zeitraum von 60 min innerhalb des jeweiligen Temperaturschritts von 24 h, Auswertung von 10 gleichmäßig verteilten Einzelablesungen (alle 6 min) und Vergleich mit Betriebsvolumenstrom (Soll)

Tabelle 7: Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als Einzelablesung

		SN0429	SN0431
Sollwert Durchflussrate	l/min	38,33	38,33
Mittelwert bei 20°C	l/min	38,35	38,28
Abw. vom Sollwert	%	0,06	-0,13
Mittelwert bei 50°C	l/min	38,40	38,26
Abw. vom Sollwert	%	0,19	-0,18
Mittelwert bei -20°C	l/min	38,24	38,45
Abw. vom Sollwert	%	-0,23	0,32
Mittelwert bei 20°C	l/min	38,42	38,36
Abw. vom Sollwert	%	0,23	0,08

Mittelwert des Volumenstroms

- Erfassung im 10 s-Intervall und Verdichtung auf 6 min-Mittelwerte über einen Zeitraum von 24 h für jeden Temperaturschritt, Verdichtung auf einen 24 h Mittelwert und Vergleich mit Betriebsvolumenstrom (Soll)

Tabelle 8: Momentanwert Volumenstrom – Messwerte als 24 h-Mittelwerte

		Mittelwerte (24 h)	
		SN0429	SN0431
Sollwert Durchflussrate	l/min	38,33	38,33
Mittelwert (24 h) bei 20°C	l/min	38,35	38,28
Abw. vom Sollwert	%	0,05	-0,13
Mittelwert (24 h) bei 50°C	l/min	38,40	38,26
Abw. vom Sollwert	%	0,18	-0,18
Mittelwert (24 h) bei -20°C	l/min	38,23	38,44
Abw. vom Sollwert	%	-0,26	0,29
Mittelwert (24 h) bei 20°C	l/min	38,43	38,35
Abw. vom Sollwert	%	0,26	0,05

- Grafische Darstellung des Ver­laufs des Probenvolumenstroms (Auflösung 6 min) über die geprüften Temperaturschritte

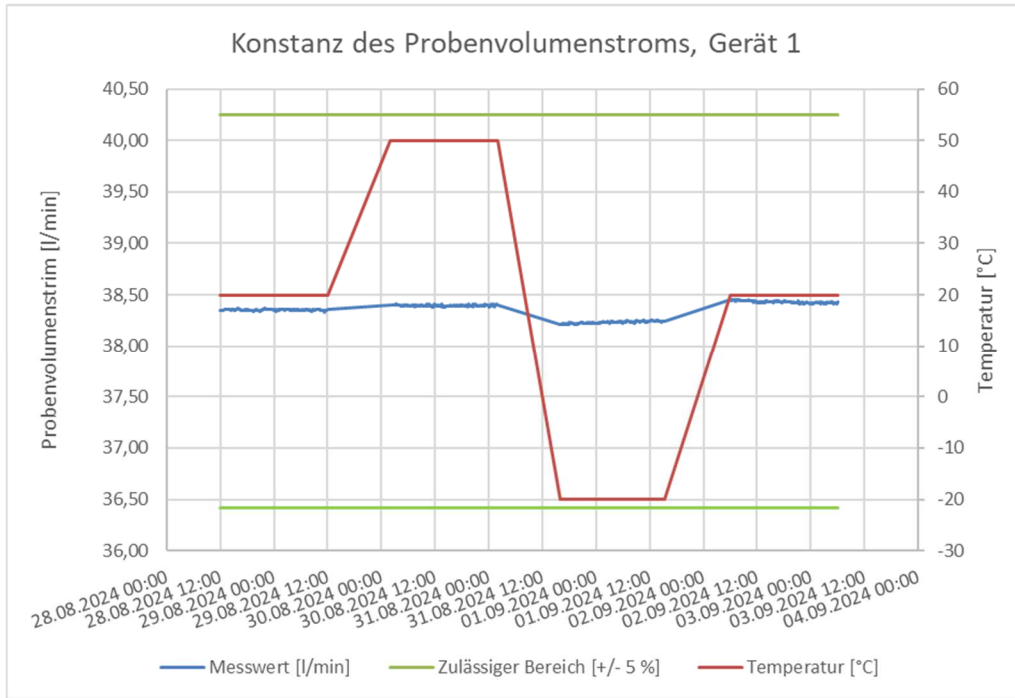


Abbildung 14: Verlauf des Probenvolumenstroms, SN 0429

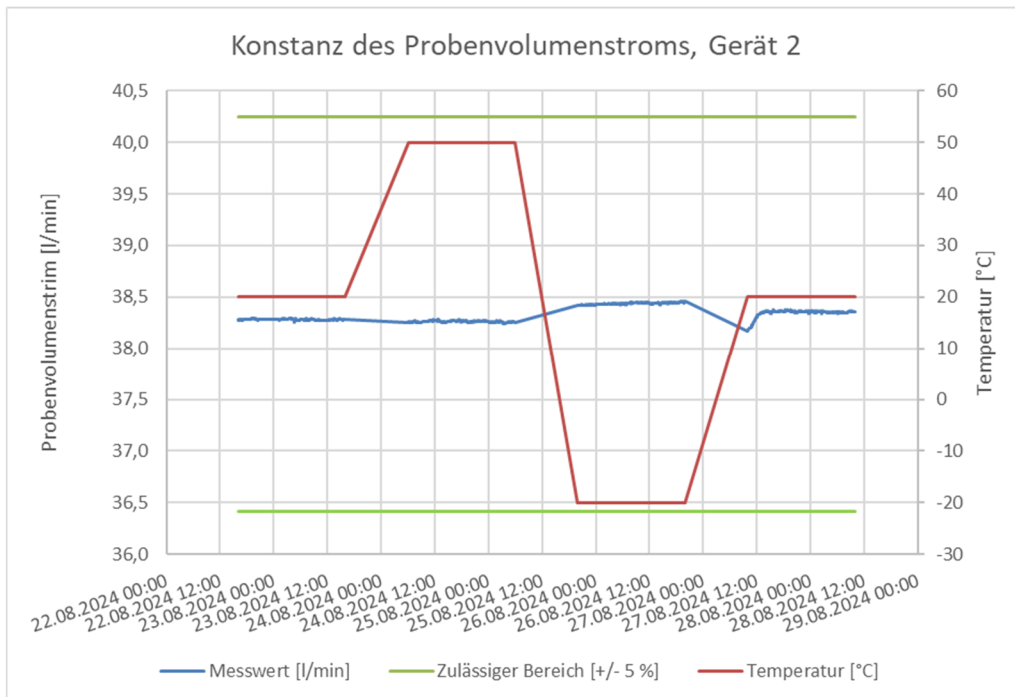


Abbildung 15: Verlauf des Probenvolumenstroms, SN 0431

5.5 Bewertung

Die maximale Abweichung des Nennvolumenstroms (=gemittelte Werte) vom nominalen Betriebsvolumenstrom des Probenahmegerätes liegt mit $0,29 \% \leq 2,0 \%$. Die maximale Abweichung des Volumenstroms (=Momentanwerte) vom nominalen Betriebsvolumenstroms des Probenahmegerätes liegt mit $0,32 \% \leq 5,0 \%$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Momentanwerte der Durchflussrate (10 gleichmäßig verteilte Einzelablesungen (alle 6 min)) sind in Anlage 1 im Anhang zu diesem Bericht dargestellt.

5.1 5.1.7 Temperatursensoren

Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der Außenlufttemperatur oder, falls anwendbar, des Sensors zur Messung der Temperatur im Durchflussmessgerät muss bei -20°C, 20°C und 50°C ≤ 2 K betragen.

Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der geräteinternen Temperaturen (Filter während der Probenahme, Filter während der Lagerung) muss bei -20°C, 20°C und 50°C ≤ 2 K betragen

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer, Referenztemperaturmessung

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüflinge wurden vollständig in der Klimakammer betrieben. Vor der Prüfung wurden die folgenden Temperatursensoren bei einer Umgebungstemperatur von +20°C überprüft und ggf. justiert.

- Außentemperatursensor
- Temperatur Filter während der Probenahme (= Temperatur der Probenluft nach Filter)*
- Temperatur Filter während der Lagerung*

* Diese Sensoren sind im Betrieb des Gerätes nicht für eine Vergleichsmessung zugänglich. Eine Prüfung und Kalibrierung dieser Sensoren konnte nicht im zusammengebauten Zustand erfolgen und erfordert eine teilweise Demontage des Systems. Diese Untersuchung erfolgte vor Start der Prüfung bei ca. +20°C Umgebungstemperatur. Während der Prüfung in der Klimakammer wurden die Messwerte dieser Sensoren lediglich aufgezeichnet.

Die Temperatursensoren wurden in folgender Abfolge der Umgebungstemperatur geprüft:

+20°C → +50°C → -20°C → +20°C

Jeder Temperaturschritt wurde über einen Zeitraum von 24 h geprüft. Zwischen den Temperaturschritten lag ein Zeitraum von 14 h (8 h Temperaturrampe, gefolgt von 6 h Äquilibriumzeit).

Der Fühler des Referenztemperaturmessgerätes für die Vergleichsmessung der Außentemperatur wurde in unmittelbarer Nähe des Außentemperatursensors der Prüflinge arretiert.

Die Referenztemperatur wurde kontinuierlich mit einer Aufzeichnungsrate von 1 min aufgezeichnet.

Die Temperatursensoren der Messeinrichtung wurden mit einer Aufzeichnungsrate von 10 min (≤ 60 min) von den Probenahmegeräte gespeichert und anschließend manuell ausgewertet.

Die Ergebnisse der Auswertung der Temperatur des Filters während der Probenahme werden unter Punkt 5.1 5.1.5 Filterhalter und Filter dieses Berichts dargestellt.

Die Ergebnisse der Auswertung der Temperatur des Filters während der Lagerung werden unter Punkt 5.1 5.1.11 Lagerung der Filter dieses Berichts dargestellt.

5.4 Auswertung

Die Referenztemperatur wurde kontinuierlich mit einer Aufzeichnungsrate von 1 min aufgezeichnet.

Es ergaben sich folgende Abweichungen für die Messung der Außentemperatur:

Tabelle 9: Vergleich Außentemperatur

		Außentemperatur	
		SN0429	SN0431
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 20°C	°C	0,1	0,2
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 50°C	°C	0,7	0,7
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei -20°C	°C	0,2	0,8
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 20°C	°C	0,1	0,3

Ein Vergleich der Sensoren für die Temperatur „Filter während der Probenahme“ sowie Temperatur „Filter während der Lagerung“ mit einem Vergleichssensor ist im laufenden Betrieb aus baulichen Gründen nicht möglich. Eine Prüfung und Kalibrierung dieser Sensoren konnte nicht im zusammengebauten Zustand erfolgen und erfordert eine teilweise Demontage des Systems. Diese Untersuchung erfolgte vor Start der Prüfung bei einer Umgebungstemperatur von ca. +20°C Umgebungstemperatur.

Dabei wurden folgende Messwerte bestimmt:

Tabelle 10: Vergleich der Sensoren zur Messung der geräteinternen Temperaturen

T-Sensor	Ist [°C]	Soll (Ref) [°C]	Differenz [°C]	Justiert (j/n)
SN 0429				
Filter während der Probenahme	20,8	20,9	0,1	Nein
Filter während der Lagerung	22,8	22,8	0,0	Nein
SN 0431				
Filter während der Probenahme	21,4	21,5	0,1	Nein
Filter während der Lagerung	22,9	22,8	0,1	Nein

Während der Prüfung in der Klimakammer wurden die Messwerte dieser Sensoren lediglich aufgezeichnet. Da die Temperatursensoren entweder vom gleichen Typ mit gleicher Spezifikation (Filter während der Probenahme) sind bzw. die gleichen internen Anforderungen an die Genauigkeit beim Hersteller erfüllen (Filter während der Lagerung), sollten die zu erwartenden Abweichungen für alle Sensoren vergleichbar mit der Performance des Außentemperatursensors sein.

5.5 Bewertung

Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung der Außenlufttemperatur betrug 0,8°C. Ein Vergleich der Sensoren für die Temperatur „Filter während der Probenahme“ sowie Temperatur „Filter während der Lagerung“ mit einem Vergleichssensor ist im laufenden Betrieb aus baulichen Gründen nicht möglich. Eine Prüfung und Kalibrierung dieser Sensoren kann nicht im zusammengebauten Zustand erfolgen und erfordert eine teilweise Demontage des Systems. Da die Temperatursensoren entweder vom gleichen Typ mit gleicher Spezifikation (Filter während der Probenahme) sind bzw. die gleichen internen Anforderungen an die Genauigkeit beim Hersteller erfüllen (Filter während der Lagerung), sollten die zu erwartenden Abweichungen für alle Sensoren vergleichbar mit der Performance des Außentemperatursensors sein.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelmesswerte für den Vergleich der Außentemperaturmessung sind in Anlage 2 im Anhang zu diesem Bericht zu finden.



5.1 5.1.8 Umgebungsdrucksensor

Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung des Umgebungsdrucks muss während der Laborprüfungen nach Tabelle 2 der DIN EN 12341 ≤ 1 kPa (10 mbar) betragen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer, Referenzdruckmessung

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen der Klimakammeruntersuchungen über einen Zeitraum von ca. 120 h durchgeführt. Vor der Prüfung wurde der Umgebungsdrucksensor gegen die Referenzdruckmessung überprüft und ggf. justiert.

Die Untersuchungen liefen parallel zum folgenden Temperaturprogramm

+20°C → +50°C → -20°C → +20°C

Jeder Temperaturschritt wurde über einen Zeitraum von 24 h konstant eingestellt. Zwischen den Temperaturschritten lag ein Zeitraum von 14 h (8 h Temperaturrampe, gefolgt von 6 h Äquilibrierzeit).

Das Referenzdruckmessgerät ist außerhalb der Klimakammer im Bereich des Prüflabors installiert.

Der Referenzdruck wurde kontinuierlich mit einer Aufzeichnungsrate von 10 min aufgezeichnet.

Der Sensor zur Messung des Umgebungsdrucks der Messeinrichtung wurden mit einer Aufzeichnungsrate von 10 min (≤ 60 min) von den Probenahmegeräte gespeichert und anschließend manuell ausgewertet.

5.4 Auswertung

Der Referenzdruck wurde kontinuierlich mit einer Aufzeichnungsrate von 10 min aufgezeichnet.

Es ergaben sich folgende Abweichungen für die Messung des Umgebungsdrucks:

Tabelle 11: Vergleich Umgebungsdruck

Umgebungsdrucksensor		SN0429	SN0431
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 20°C	kPa	0,19	0,15
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 50°C	kPa	0,22	0,48
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei -20°C	kPa	0,13	0,14
Max. absolute Diff. zwischen Prüfling und Referenz bei 20°C	kPa	0,23	0,13

5.5 Bewertung

Die maximale Abweichung des Sensors zur Messung des Umgebungsdrucks betrug 0,48 kPa.
Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelmesswerte für den Vergleich der Außentemperaturmessung sind in Anlage 5 im
Anhang zu diesem Bericht zu finden.



5.1 5.1.9 Probenahmedauer

Die Zykluszeit des Einzelfilters muss 24 h betragen.

Die Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts muss ≤ ± 5 min (in 30 d) betragen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Uhr (Atomuhr der PTB (www.atomuhr.de))

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Probenahmedauer wurde über einen Zeitraum von 24 Stunden im Labor durch Vergleich mit einem Zeitmessgerät überprüft. Dabei wurde die Genauigkeit, der im Probennehmer programmierten, Start- und Endzeiten der Probenahme bewertet. Die Präzision dieser Probenahmezeit muss innerhalb 1 min liegen.

Darüber hinaus wurde die Umschaltzeit / Zeit für den Filterwechsel ermittelt.

Über einen Zeitraum von 30 Tagen wurde die langfristige Präzision der Uhr des Probenahmegeräts durch Vergleich der Uhrzeit mit einem externen Zeitmessgerät zu Beginn und zum Ende des Zeitraums von 30 Tagen ermittelt.

Diese Prüfung erfolgte parallel zum Punkt 5.1 „5.1.13 Auswirkung eines Ausfalls der Stromversorgung“ mit einem der beiden Prüflinge im eingeschalteten Zustand (allerdings ohne laufende Probenahmen).

Es wurde geprüft, ob das Probenahmegerät in der Lage ist, Informationen über die Start- und Stopzeiten und die Dauer der Probenahme für jeden einzelnen Filter zu liefern.

Es wurde geprüft, ob das Probenahmegerät eine Statusanzeige auslöst, wenn die Probenahmezeit für einen Filter kürzer ist als die erforderliche Probenahmezeit.

5.4 Auswertung

Die Zykluszeit kann frei zwischen 1 min und 99999 min programmiert werden. Für beide Prüflinge wurde ein Zyklus von 1440 min = 24 h programmiert. Die reale Zykluszeit sowie der Zeitbedarf für einen Filterwechsel wurden durch Vergleich mit einem externen Zeitmessgerät ermittelt

Tabelle 12: Ermittlung der Zykluszeit

SN 0428					
	Datum Prüfling	Uhrzeit Prüfling	Datum Referenz	Uhrzeit Referenz	Differenz [s]
Start Zyklus	04.07.2024	00:00:16	04.07.2024	00:00:16	0,0
Stop Zyklus	05.07.2024	00:00:15	05.07.2024	00:00:15	0,0
Zeitraum [min]	1439,98		1439,98		

SN 0429					
	Datum Prüfling	Uhrzeit Prüfling	Datum Referenz	Uhrzeit Referenz	Differenz [s]
Start Zyklus	04.07.2024	00:00:17	04.07.2024	00:00:16	-1,0
Stop Zyklus	05.07.2024	00:00:15	05.07.2024	00:00:15	0,0
Zeitraum [min]	1439,97		1439,98		

Tabelle 13: Zeitbedarf für den Filterwechsel

	SN 0428	SN 0429
Stop alte Probenahme	06:30:00	06:30:00
Start neue Probenahme	06:30:08	06:30:09
Zeitbedarf Wechsel [min]	0,1	0,1

Die langfristige Präzision der Uhr des Probenahmegerätes wurde mit folgendem Ergebnis ermittelt:

Tabelle 14: Langfristige Präzision der Uhr (Probenahmegerät eingeschaltet)

	Präzision der Uhr (Gerät eingeschaltet)				
	Datum Prüfling	Uhrzeit Prüfling	Datum Referenz	Uhrzeit Referenz	Differenz [s]
Start 30d-Zeitraum	05.07.2024	07:30:19	05.07.2024	07:30:19	0,0
Stop 30d-Zeitraum	05.08.2024	09:36:52	05.08.2024	09:39:16	144,0
Zeitraum [d]	31,088		31,090		

Die Datenaufzeichnung des Probenahmegerätes dokumentiert für jede Probenahme Start- und Stoppzeit sowie die Sammelzeit in hh:mm.

Für den Fall einer kürzeren Probenahme als der Soll-Probenahmezeit kann dies leicht in der aufgezeichneten Filterdatendatei (F_LVxxxx.dat) eingesehen werden. Weitere Details zu Ausfallzeiten (z.B. exakter Beginn und Ende, Ursache) werden in der Logdatendatei (L_LVxxxx.dat) gespeichert.

5.5 Bewertung

Die eingestellte Zykluszeit für einen Einzelfilter beträgt 1440 min = 24 h. Dies beinhaltet insgesamt <10 s Zeitbedarf für den Filterwechsel inkl. Ein- und Ausschalten der Pumpe. Die Genauigkeit der Uhr des Probenahmegeräts liegt über einen Zeitraum von 30 d bei 2,4 min (144 s) und ist somit $\leq \pm 5$ min. Die Datenaufzeichnung des Probenahmegerätes dokumentiert für jede Probenahme Start- und Stoppzeit sowie die Probenahmedauer/Sammelzeit in hh.mm. Für den Fall einer kürzeren Probenahme als der Soll-Probenahmezeit kann dies leicht in der aufgezeichneten Filterdatendatei (F_LVxxxx.dat) eingesehen werden. Weitere Details zu Ausfallzeiten (z.B. exakter Beginn und Ende, Ursache) werden in der Logdatendatei (L_LVxxxx.dat) gespeichert.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



5.1 5.1.10 Dichtheit des Probenahmesystems

Die Dichtheit des Probenahmesystems muss $\leq 1,0$ % des Probenvolumenstroms betragen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Adapter zum Verschließen des Geräteeingangs

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Dichtheit (Leckrate) des Volumenstromweges des Probenahmesystems muss geprüft werden. Die Prüfstelle muss sicherstellen, dass die bei der Dichtheitsprüfung verwendeten Probenahmeleitungen im Berechnungsverfahren berücksichtigt werden und dicht sind.

Die Dichtheit wird durch ein im Probenahmegerät implementiertes Verfahren (unter Verwendung interner Sensoren) durchgeführt. Hierzu wird der Probeneinlass vom Geräteeingang abgenommen und stattdessen ein Adapter zum Verschließen des Geräteeingangs installiert.

Die Dichtheitsprüfung erfolgt dabei in folgenden menügeführten Schritten:

- Einlegen eines leeren Filterings
- Verschließen des Einlass mit einem Stopfen / Ventiladapter
- Eingabe des Betriebsdurchfluss (38,33 l/min) sowie der Länge des Ansaugrohres in [m] (während der Prüfung 0,77 m)
- Gebläse läuft an und evakuiert das System auf einen Wert von ca. 75 % des maximalen Vakuums
- Verschließen des Ventils neben dem Gebläse
- Das System berechnet die Leckrate über eine vorgegebene Zeit.
- Ventil neben dem Gebläse und am Einlass werden geöffnet, um wieder den Umgebungsdruck im System herzustellen.
- Der Vorgang wird insgesamt dreimal durchgeführt, die maximal ermittelte Leckrate muss unter 1,0 % des Probenvolumenstroms liegen.

Die Methode stellt sicher, dass das gesamte System geprüft wird. Die implementierte Methode entspricht in Ihrer Stringenz der Prüfmethode mit Unterdruck gemäß Punkt 5.1.10.2 der Richtlinie DIN EN 12341: 2023 und kann somit als gleichwertig betrachtet werden.

Die Dichtheit des Probenahmesystems wurde im Rahmen des Klimakammertests zweimal geprüft – zu Beginn des Tests bei +20°C sowie zum Ende des Tests bei +20°C. Diese Testabfolge ist abweichend zum Prüfplan gemäß Tabelle 2 der DIN EN 12341: 2023, da dort die zweite Überprüfung der Dichtheit (Punkt 9 der Tabelle) vor und nicht nach dem zweiten Prüfschritt bei +20°C erfolgen soll. Von dieser Reihenfolge wurde abgewichen, um die fortlaufende Prüfung des Durchfluss sowie der Temperatur- und Drucksensoren in der Prüfsequenz +20°C → +50°C → -20°C → +20°C nicht zu unterbrechen. Diese Abwandlung der Reihenfolge im Prüfplan ist zur Bewertung dieses Prüfpunkts aus fachlicher Sicht vollkommen unkritisch.

Hinweis: Die Dichtigkeit wurde zusätzlich auch zu Beginn und zu Ende des Feldtests geprüft.

5.4 Auswertung

Tabelle 15: Dichtheitsprüfung zu Beginn der Klimakammerprüfung

SN 0429, vor Klimakammer	28.08.2024		
	20 °C		
	Test 1	Test 2	Test 3
Unterdruck Start [mbar]	903	907	909
Unterdruck Stop [mbar]	904	908	910
Leckrate [l/min]	0,020	0,018	0,018
% Probenvolumenstrom	0,05	0,05	0,05
SN 0431, vor Klimakammer	22.08.2024		
	20°C		
	Test 1	Test 2	Test 3
Unterdruck Start [mbar]	904	904	898
Unterdruck Stop [mbar]	916	916	910
Leckrate [l/min]	0,229	0,226	0,217
% Probenvolumenstrom	0,60	0,59	0,56

Tabelle 16: Dichtheitsprüfung zum Ende der Klimakammerprüfung

SN 0429, nach Klimakammer	03.09.2024		
	20°C		
	Test 1	Test 2	Test 3
Unterdruck Start [mbar]	905	882	903
Unterdruck Stop [mbar]	906	883	904
Leckrate [l/min]	0,024	0,022	0,023
% Probenvolumenstrom	0,06	0,06	0,06
SN 0431, nach Klimakammer	28.08.2024		
	20°C		
	Test 1	Test 2	Test 3
Unterdruck Start [mbar]	890	890	892
Unterdruck Stop [mbar]	899	899	901
Leckrate [l/min]	0,154	0,152	0,152
% Probenvolumenstrom	0,40	0,40	0,40

5.5 Bewertung

Die Dichtheit des Probenahmesystems liegt mit maximal $0,60 \% \leq 1,0 \%$ des Probenvolumenstroms. Die implementierte geräteeigene Prüfmethode ist zur Überprüfung der Dichtheit geeignet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

5.1 5.1.11 Lagerung der Filter

Die Lagerungsbedingungen für die Filter sind im Rahmen der Prüfung zu dokumentieren und müssen sicherstellen, dass auf den Filter keine Kondensation auftritt.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer, Referenztemperaturmessung

5.3 Durchführung der Prüfung

Das Probenahmegerät kann optional ein System zur Konditionierung / Kühlung der Filter beinhalten. Auf Wunsch des Herstellers erfolgte die Prüfung jedoch ohne Konditionierung / Kühlung der Filter.

Die Temperatur des Magazins für beaufschlagte Filter wird in der Messeinrichtung aufgezeichnet.

Zur Überprüfung der Temperaturen in der Lagerkammer, wurden die Prüflinge vollständig in der Klimakammer betrieben.

Vor der Prüfung wurde der folgende Temperatursensor bei einer Umgebungstemperatur von +20°C überprüft und ggf. justiert.

- Temperatur Filter während der Lagerung*

* Dieser Sensor ist im Betrieb des Gerätes nicht für eine Vergleichsmessung zugänglich. Eine Prüfung und Kalibrierung dieser Sensoren kann nicht im zusammengebauten Zustand erfolgen und erfordert eine teilweise Demontage des Systems. Diese Untersuchung erfolgte vor Start der Prüfung bei ca. +20°C Umgebungstemperatur. Während der Prüfung in der Klimakammer wurden die Messwerte dieser Sensoren lediglich aufgezeichnet.

Der Temperatursensor wurde in folgender Abfolge der Umgebungstemperatur geprüft:

+20°C → +50°C → -20°C → +20°C

Jeder Temperaturschritt wurde über einen Zeitraum von 24 h geprüft. Zwischen den Temperaturschritten lag ein Zeitraum von 14 h (8 h Temperaturrampe, gefolgt von 6 h Äquilibrierzeit).

Der Temperatursensor für die Filter während der Lagerung wurde mit einer Aufzeichnungsrate von 10 min (≤60 min) von den Probenahmegeräte gespeichert und anschließend manuell ausgewertet.

5.4 Auswertung

Die Temperaturen der Filter während der Lagerung wurden ermittelt. Die Lagerungstemperaturen liegen dabei für alle Temperaturstufen ca. 2-3 K über der Umgebungstemperatur. Bei Umgebungstemperaturen von -20°C sowie +20°C liegen diese sicher bei einer Temperatur von 23°C oder weniger. Bei einer Umgebungstemperatur von +50°C liegt die Lagertemperatur bei ca. 53°C, allerdings ist bei diesen Umgebungsbedingungen auch nicht mit einem Verlust von flüchtigen oder mittelflüchtigen Bestandteilen während der Lagerung zu rechnen. Es wurden in der Prüfung keine Kondensationseffekte beobachtet.

Tabelle 17: Temperaturen bei Lagerung der Filter

		Temperatur Filterlagerung	
		SN0429	SN0431
Maximale Temperatur bei 20°C	°C	22,87	23,20
Maximale Temperatur bei 50°C	°C	53,00	53,38
Maximale Temperatur bei -20°C	°C	-17,27	-16,90
Maximale Temperatur bei 20°C	°C	22,90	23,20

5.5 Bewertung

Das Probenahmegerät kann optional ein System zur Konditionierung / Kühlung der Filter beinhalten. Auf Wunsch des Herstellers erfolgte die Prüfung der Lagerungstemperatur jedoch ohne Konditionierung / Kühlung der Filter. Die Temperatur der beaufschlagten Filter während der Lagerung wird kontinuierlich erfasst und aufgezeichnet. Die Lagerungstemperatur liegen dabei für alle Temperaturstufen ca. 2-3 K über der Umgebungstemperatur. Bei Umgebungstemperaturen von -20°C sowie +20°C liegen diese sicher bei einer Temperatur von 23°C oder weniger. Bei einer Umgebungstemperatur von +50°C liegt die Lagertemperatur bei ca. 53°C, allerdings ist bei diesen Umgebungsbedingungen auch nicht mit einem Verlust von flüchtigen oder mittelflüchtigen Bestandteilen während der Lagerung zu rechnen. Es wurden in der Prüfung keine Kondensationseffekte beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Einzelmesswerte für die Lagerungstemperatur der Filter sind in Anlage 4 im Anhang zu diesem Bericht zu finden.

5.1 5.1.12 Aufzeichnung von Betriebsparametern

Das Probenahmegerät muss in der Lage sein, mindestens stündlich – mindestens – die folgenden Parameter aufzuzeichnen und zu übertragen:

- Mittlerer Volumenstrom
- Probenahmedauer und Probenvolumen
- Mittlere Lufttemperatur in der Filtereinheit
- Mittlere Umgebungstemperatur
- Mittlere Lagerungstemperatur des Filters
- Mittlerer Umgebungsdruck

Das Probenahmegerät muss diese Betriebsparameter auch im Standby-Modus aufzeichnen, d.h. wenn das Probenahmegerät keine aktive Probenahme durchführt, aber beaufschlagte Probenahmefilter im Lager verbleiben.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

USB-Stick, PC zur Datenübertragung bzw. zum Zugriff via Internet.

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Filterdaten können an verschiedenen Anschlüssen aufgezeichnet werden, darunter USB-Laufwerk, Ethernet, Host-Schnittstelle und ein optionaler Drucker. Darüber hinaus werden alle Daten im internen nichtflüchtigen Speicher gespeichert.

Zur Überprüfung der Aufzeichnung der Betriebsparametern werden sowohl im aktiven (laufende Probenahme) wie auch im passiven (Standby) Betrieb des Probenahmegeräts die Übermittlung und Aufzeichnung der Betriebsparameter und des Gerätestatus via direkte Kommunikation (USB-Stick) und / oder durch Fernkommunikation (LTE-Router) geprüft und bewertet.

5.4 Auswertung

Die Filterdaten können an verschiedenen Anschlüssen aufgezeichnet werden, darunter USB-Laufwerk, Ethernet, Host-Schnittstelle und ein optionaler Drucker. Darüber hinaus werden alle Daten im internen nichtflüchtigen Speicher gespeichert.

Das Probenahmegerät speichert bzw. überträgt die Parameter die geforderten Parameter:

Parameter	Bezeichnung im Prüfling	Vorhanden (aktive Probenahme)	Vorhanden (Standby)
Mittlerer Volumenstrom	QM	✓	✓
Probenahmedauer	Sammelzeit	✓	✓
Probenvolumen	VM	✓	✓
Mittlere Lufttemperatur in der Filtereinheit	TMa	✓	✓
Mittlere Umgebungstemperatur	TAa	✓	✓
Mittlere Lagerungstemperatur des Filters	TS	✓	✓
Mittlerer Umgebungsdruck	pAa	✓	✓

Die Aufzeichnungsrate ist wählbar und liegt mit einem Minimalintervall von 1 min unterhalb der geforderten Aufzeichnungsrate von ≤ 1 h.

Über die Mindestparameter hinaus zeichnet das Probenahmegerät auch folgende zusätzlichen Parameter auf:

- Standarddruck
- Standardtemperatur
- Druckabfall über Filter
- Luftfeuchte

Des Weiteren wird der Betriebsstatus mit den folgenden Stati aufgezeichnet:

- Statusinformationen (Pumpe ein/aus, Gebläseleistung...)
- Geräte ID
- Fehlermeldungen

Es stehen Kalibrierungsprotokolle, Prüfprotokolle und Netzausfallprotokolle zur Verfügung.

Die Daten können entweder durch direkte Kommunikation mit einem Computer/externer Datenerfassung/USB und / oder durch Fernkommunikation über Ethernet/LTE-Router, GSM übertragen werden.

Im Handbuch „Software- und Kommunikation“ sind verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten inkl. der aufgezeichneten Betriebsparameter und Betriebsstati ausführlich beschrieben.

5.5 Bewertung

Die Probenahmeeinrichtung kann alle erforderlichen Betriebsparameter und Betriebsstati mit einer minimalen Aufzeichnungsrate von 1 min sowohl während der laufenden Probenahme wie auch im Standby-Betrieb aufzeichnen und übertragen. Die Aufzeichnungsrate ist wählbar und liegt mit einem Minimalintervall von 1 min (in Eignungsprüfung eingestellt: 10 min) unterhalb der geforderten Aufzeichnungsrate von ≤ 1 h.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

5.1 5.1.13 Auswirkung eines Ausfalls der Stromversorgung

Bei einem Stromausfall sind die Geräteparameter gegen Verlust zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch den Betrieb wieder aufnehmen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüflinge werden im Labor in Betrieb genommen. Es wird geprüft, ob der Speicher des Probenahmegeräts gegen die Auswirkungen eines Stromausfalls geschützt ist. Zudem wird geprüft, ob das Probenahmegerät über eine Systemuhr verfügt, die in der Lage ist, während eines längeren Stromausfalls mindestens 30 Tage lang weiterzuarbeiten.

Dazu werden folgende Stromausfallszenarien durchgeführt und die Performance der Prüflinge bewertet::

a) Kurzzeitig (30 min) inmitten eines Zyklus

Anforderung: Wird die Stromversorgung innerhalb des laufenden programmierten Zyklus wiederhergestellt, so muss das Probenahmegerät die Probenahme mit dem vorhandenen Filter wieder aufnehmen.

b) Kurzzeitig (30 min) über einen planmäßigen Wechsel von einem Zyklus zum nächsten Zyklus

Anforderung: Wird die Stromversorgung nach Ablauf einer programmierten Probenahmezeit wiederhergestellt, muss das Probenahmegerät zu einem neuen Filter wechseln (entweder zum nächsten in der Kassette oder zum entsprechenden für diesen Tag programmierten Filter) und mit der Probenahme beginnen.

c) Langzeitig (30 d)

Anforderung: Das Probenahmegerät muss über eine Systemuhr verfügen, die in der Lage ist, während eines längeren Stromausfalls mindestens 30 Tage lang weiterzuarbeiten. Diese Zeit muss verwendet werden, wenn die Stromversorgung des Probenahmegeräts wiederhergestellt ist. Zeitsynchronisation ist erlaubt.

Die Prüfung über 30 Tage erfolgt im Labor parallel zum Punkt „5.1 5.1.9 Probenahmedauer“ mit einem der beiden Prüflinge im ausgeschalteten Zustand.

Für alle drei Szenarien wird das korrekte Handling des Filters bzw. die korrekte Wiederaufnahme der Probenahme ermittelt und bewertet.



5.4 Auswertung

Es gilt für alle 3 geprüften Szenarien:

Historische Betriebsdaten, die vor einem Stromausfall gesammelt wurden, bis hin zu und einschließlich des aktuell geladenen Filters, werden in einem nichtflüchtigen Speicher aufbewahrt. Die Daten inkl. der Statusmeldungen sind in der Logdaten-Datei „L_LVSxxxx.dat“ gespeichert.

Tabelle 18: Stromausfall kurzzeitig (30 min), inmitten eines Zyklus

	SN 0431 Uhrzeit Prüfling
Start Zyklus	03.02.2025 08:11
Stromausfall	03.02.2025 08:29
Stromwiederkehr	03.02.2025 09:01
Stop Zyklus	04.02.2025 08:11
Wiederaufnahme mit gleichem Filter	Ja
Dokumentation Ausfall	Ja
Dokumentation tatsächliche Probenahmezeit	Ja
Statussignal gesetzt	Ja

Tabelle 19: Stromausfall kurzzeitig (30 min), über Zykluswechsel

	SN 0429 Uhrzeit Prüfling
Start Zyklus 1	03.02.2025 08:13
Stromausfall	03.02.2025 08:30
Start Zyklus 2	03.02.2025 08:43
Stromwiederkehr	03.02.2025 09:01
Wiederaufnahme mit neuem Filter	Ja
Dokumentation Ausfall	Ja
Dokumentation tatsächliche Probenahmezeit Zyklus 1	Ja
Dokumentation tatsächliche Probenahmezeit Zyklus 2	Ja
Statussignal gesetzt	Ja

In beiden Fällen des kurzzeitigen Ausfalls (30 min inmitten eines Zyklus bzw. innerhalb eines planmäßigen Wechsels zwischen zwei Zyklen) werden die gemessenen Parameter, einschließlich der tatsächlichen Probenahmezeit der betroffenen Filter und der Zeiten der Unterbrechung und Wiederherstellung der Stromversorgung, für alle betroffenen Filter aufgezeichnet.

Das Probenahmegerät verfügt über eine Systemuhr, die auch nach 30 d Ausfallzeit ohne Probleme mit der korrekten Zeit (Abweichung zu Referenzuhr ≤ 5 min) weiterarbeitet.

Tabelle 20: Stromausfall langfristig – Prüfung der Systemuhr

	Uhrzeit nach langfristigem Stromausfall (Gerät für 30 d ausgeschaltet)				
	Datum Prüfling	Uhrzeit Prüfling	Datum Referenz	Uhrzeit Referenz	Differenz [s]
Start 30d-Zeitraum	05.07.2024	07:32:28	05.07.2024	07:32:28	0,0
Stop 30d-Zeitraum	05.08.2024	09:40:52	05.08.2024	09:42:06	74,0
Zeitraum [d]	31,089		31,090		

5.5 Bewertung

Bei Stromausfall sind die Geräteparameter vor Verlust geschützt. Die Probenahmeeinrichtung nimmt den Betrieb nach Spannungswiederkehr automatisch und korrekt auf. Die Systemuhr arbeitet auch nach einem langzeitigen Stromausfall von mindestens 30 Tage korrekt weiter.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



5.1 5.1.14 Auswirkung einer vorzeitigen Beendigung der Probenahme aufgrund einer Filterverstopfung

Geräte mit Filterwechslern müssen in der Lage sein, automatisch mit einem neuen Filter neu zu starten, wenn die vorhergehende Filterprobenahme aufgrund eines zu hohen Druckabfalls beendet wurde.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

5.3 Durchführung der Prüfung

Das Gerät wurde wie folgt geprüft:

- Es wird ein präparierter Filter mit ausreichend hohem Druckabfall eingesetzt, um den Volumenstrom des Probenahmegeräts unter den Sollwert zu senken. Die Reaktion des Probenahmegeräts wird dabei bewertet.

Die gemessenen Parameter und die Unterbrechungs- und Wiederherstellungszeiten werden für alle betroffenen Filter aufgezeichnet.

5.4 Auswertung

Das Probenahmegerät unterbricht die Probenahme, wenn:

- a) Ein Druckverlust von 300 mbar über den Filter überschritten wird (Delta-p-Überwachung), Schwellwert ist einstellbar.

Für den Fall des Beendens einer Probenahme auf Grund des Erreichens des kritischen Wertes von a), können folgende Optionen eingestellt werden:

Option 1: Filterwechsel bei Überlast AUS:

Das Gerät versucht 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird die Pumpe abgeschaltet und bis zum Zyklusende (Work+Pause) mit dem Filterwechsel gewartet. Der Vorgang wird im Logfile dokumentiert.

Option 2: Filterwechsel bei Überlast EIN:

Auch mit dieser Einstellung versucht das Gerät 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Filterwechsel sofort durchgeführt. Der Vorgang wird im Logfile dokumentiert.

5.5 Bewertung

Für den Fall des Beendens einer Probenahme auf Grund des Erreichens des maximal zulässigen Druckverlusts über Filter, können folgende Optionen eingestellt werden:

Option 1: Filterwechsel bei Überlast AUS:

Das Gerät versucht 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird die Pumpe abgeschaltet und bis zum Zyklusende (Work+Pause) mit dem Filterwechsel gewartet.

Option 2: Filterwechsel bei Überlast EIN:

Auch mit dieser Einstellung versucht das Gerät 3 Mal den Durchfluss zu erreichen. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Filterwechsel sofort durchgeführt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



5.1 5.1.15 Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher

Firmware, Software und Versionen der Benutzerhandbücher müssen im Bericht dokumentiert werden. Firmware- und Softwareversionen müssen vom Gerät aufgezeichnet werden.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

5.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Gerätesoftware am Gerät angezeigt werden kann. Der Gerätehersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderungen der Gerätesoftware dem Prüfinstitut mitzuteilen sind.

Des Weiteren wurden die Ausgabestände der relevanten Benutzerhandbücher aufgenommen.

5.4 Auswertung

Die aktuelle Softwareversion kann jederzeit im Hauptmenü unter „Softwareversion anzeigen“ eingesehen werden.

Die implementierte Gerätesoftware in der Eignungsprüfung stellt sich wie folgt dar.

SK0.AE

Der aktuelle Stand der Benutzerhandbücher lautet wie folgt:

- Benutzerhandbuch DPA-14, Version 1.1
- Installationshandbuch DPA-14, Version 1.0
- Softwarehandbuch DPA-14, Version 3.1
- Wartungshandbuch DPA-14, Version 1.2

5.5 Bewertung

Die aktuelle Softwareversion kann jederzeit im Menü unter „Softwareversion anzeigen“ eingesehen werden. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt. Die während der Eignungsprüfung implementierte Softwareversion lautet SK0.AE, der aktuelle Stand der Benutzerhandbücher lautet Benutzerhandbuch DPA-14, Version 1.1, Installationshandbuch DPA-14, Version 1.0, Softwarehandbuch DPA-14, Version 3.1 und- Wartungshandbuch DPA-14, Version 1.2.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses



Abbildung 16: Anzeige der Softwareversion Sk0.AE

Hinweis:

HVS11-MPU-1e dokumentiert den Hardwarestand des Probenahmegeräts.

5.1 5.3.1 Feldtest für die Typprüfung - Allgemeines

Grundsätzliches

Die Qualität, der in den beschriebenen Prüfverfahren verwendeten Materialien und Ausrüstung müssen den Anforderungen der DIN EN 12341 entsprechen. Die folgenden Spezifikationen sind einzuhalten:

- *Der Hersteller muss zwei Probenahmegeräte desselben Typs bereitstellen. Es wird empfohlen, die gleichen Geräte wie bei den Laborprüfungen zu verwenden. Unabhängig davon müssen die Probenahmegeräte erneut in Betrieb genommen und für den Volumenstrom und andere Parameter neu kalibriert werden, um für die Feldprüfung bereit zu sein.*
- *Die Probenahmegeräte müssen während der gesamten Prüfung mit identischen Filtern ausgestattet sein. Es wird empfohlen, dass diese vom gleichen Hersteller und aus dem gleichen Material wie die bei den Laborprüfungen verwendeten Geräte stammen.*

Unabhängig davon müssen die Filter mit den im Anwendungsbereich definierten Parametern übereinstimmen, die in Abschnitt 5.1.5.2 und unter Bezugnahme auf Anhang C der Richtlinie DIN EN 12341 beschrieben sind.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht zutreffend.

5.3 Durchführung der Prüfung

Hier nicht zutreffend.

5.4 Auswertung

Die Feldprüfung erfolgte mit insgesamt 4 Probenahmegeräten desselben Typs (PM_{2,5}: SN 0428, SN 0429; PM₁₀: SN 0430, SN 0431).

Die Feldprüfung erfolgte an einem verkehrsnahen Standort (Bornheim, A555 Fahrtrichtung Köln) im Zeitraum vom 13.12.2024 bis 12.01.2025. Vor Beginn der Feldprüfung wurden die Dichtigkeit, der Volumenstrom sowie die Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck mit Hilfe von Transferstandards überprüft und falls notwendig justiert. Zum Ende der Feldprüfung erfolgte erneut eine Überprüfung der Dichtigkeit, des Volumenstroms sowie der Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck.

Im Rahmen der Feldprüfung wurde die gleichen Filter eingesetzt wie bei den Laborprüfungen (Hersteller: Pall, Typ: EMFAB).

5.5 Bewertung

Die Feldprüfung erfolgte mit insgesamt 4 Probenahmegeräten desselben Typs (PM_{2,5}: SN 0428, SN 0429; PM₁₀: SN 0430, SN 0431). Die Feldprüfung erfolgte an einem verkehrsnahen Standort (Bornheim, A555 Fahrtrichtung Köln) im Zeitraum vom 13.12.2024 bis 12.01.2025. Vor Beginn der Feldprüfung wurden die Dichtigkeit, der Volumenstrom sowie die Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck mit Hilfe von Transferstandards überprüft und falls notwendig justiert. Zum Ende der Feldprüfung erfolgte erneut eine Überprüfung der Dichtigkeit, des Volumenstroms sowie der Sensoren für die Außenlufttemperatur und den Umgebungsdruck. Im Rahmen der Feldprüfung wurde die gleichen Filter eingesetzt wie bei den Laborprüfungen (Hersteller: Pall, Typ: EMFAB).

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



5.1 5.3.2 Leistungsprüfungen

Die Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten muss $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein. Die Verfügbarkeit muss mindestens 95 % betragen.

5.2 Gerätetechnische Ausstattung

Probenahmegeräte, Transferstandards zur Überprüfung des Volumenstroms und der Sensoren für Außenlufttemperatur und Umgebungsdruck

5.3 Durchführung der Prüfung

Die Probenahmegeräte werden unter Feldbedingungen gemäß Handbuch in Betrieb genommen.

Zu Beginn und zum Ende der Feldprüfung sind die folgenden Parameter zu überprüfen:

- Nennvolumenstrom bei Umgebungsbedingungen (5.1.6 der DIN EN 12341)
- Dichtigkeit (5.1.10 der DIN EN 12341)
- Aufzeichnung von Betriebsparameters (5.1.12 der DIN EN 12341)

Die Probenahmegeräte wurden über einen Zeitraum von mindestens 20 Tagen mit demselben Filtermaterial gleichzeitig zu betreiben.

Die Prüfung wurde für jede PM- Fraktion durchgeführt.

Für PM₁₀ muss die aufgezeichnete Konzentration an mindestens drei Tagen höher als 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sein. Für PM_{2,5} muss die Konzentration an mindestens drei Tagen über 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

Die Betriebsparameter der Geräte sind über die Feldprüfung aufzuzeichnen und auszuwerten. Etwaige Ausfallzeiten / Störungen sind zu dokumentieren.

Das Wägen der Filter wurde gemäß dem Verfahren in Abschnitt 6 der DIN EN 12341 durchgeführt.

Die Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten $u_{bs, RM}$ wird für jede Fraktion gemäß nachstehender Gleichung aus den Differenzen aller 24-Stunden-Ergebnisse der parallel betriebenen Prüflinge berechnet:

Gleichung:
$$u_{bs, RM}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i,1} - x_{i,2})^2}{2n}$$

$x_{i,1}, x_{i,2}$

Die Ergebnisse paralleler Referenzmessungen für einen einzigen 24-Stunden-Zeitraum

n

Die Anzahl der 24-Stunde-Messergebnisse

Die gesamte Dauer der Feldprüfung, in der gültige Messdaten gewonnen werden, wird zur Berechnung der Verfügbarkeit herangezogen.

Die Verfügbarkeit wird dabei wie folgt berechnet:

Gleichung
$$A = \frac{t_{valid} + t_{cal,maint}}{t_{field}}$$

t_{valid}	Die Zeit, in der gültige Daten gesammelt wurden.
$t_{cal,maint}$	Die Zeit, die für geplante Kalibrierungen und Wartungsarbeiten benötigt wurden
t_{field}	Die Gesamtdauer der Feldprüfung

5.4 Auswertung

Die Probenahmegeräte wurden über einen Zeitraum von mindestens 20 Tagen mit demselben Filtermaterial gleichzeitig zu betreiben.

Die Prüfung wurde für jede PM- Fraktion durchgeführt.

Die Überprüfung der Probenahmegeräte zu Beginn und zum Ende der Feldprüfung ergab folgende Ergebnisse:



Tabelle 21: Ergebnisse Überprüfung zu Beginn der Feldprüfung

SN 0428

12.12.2024	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	2,5	2,6	n
Luftdruck [hPa]	1025,4	1026	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,5	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,05	j

SN 0429

12.12.2024	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	2,5	2,3	n
Luftdruck [hPa]	1025,4	1026	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,48	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,05	j

SN 0430

12.12.2024	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	2,5	2,6	n
Luftdruck [hPa]	1025,4	1027	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,33	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,03	j

SN 0431

12.12.2024	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	2,5	2,4	n
Luftdruck [hPa]	1025,4	1026	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,31	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,02	j

Tabelle 22: Ergebnisse Überprüfung zum Ende der Feldprüfung

SN 0428

13.01.2025	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	-4,1	-4,3	n
Luftdruck [hPa]	1035,3	1037	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,46	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1	0,05	j

SN 0429

13.01.2025	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	-4,1	-4,6	n
Luftdruck [hPa]	1035,3	1037	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,52	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1	0,06	j

SN 0430

13.01.2025	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	-4,1	-4,1	n
Luftdruck [hPa]	1035,3	1038	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,4	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,04	j

SN 0431

13.01.2025	Soll	Ist	Justiert (j/n)
Umgebungstemperatur [°C]	-4,1	-4,6	n
Luftdruck [hPa]	1035,3	1037	n
Durchfluss [lpm]	38,33	38,35	n

			Ok (j/n)
Dichtigkeit	<1.0	0,02	j

Alle untersuchten Parameter lagen innerhalb der zulässigen Toleranzen gemäß Tabelle 5 der DIN EN 12341.

Im Rahmen der Feldprüfung wurden keine Ausfallzeiten und/oder Störungen beobachtet.

Die Auswertung der Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten ergab folgendes Ergebnis:

Tabelle 23: Unsicherheit zwischen den Prüflingen, PM₁₀

Probenahmeeinrichtung	DPA-14
PM-Fraktion	PM ₁₀
Prüflinge	SN 0430 & SN 0431
Anzahl Wertepaare	31
Wertepaare > 28 µg/m ³ (nur PM ₁₀)	6
Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs, RM}$ [µg/m ³]	0,42

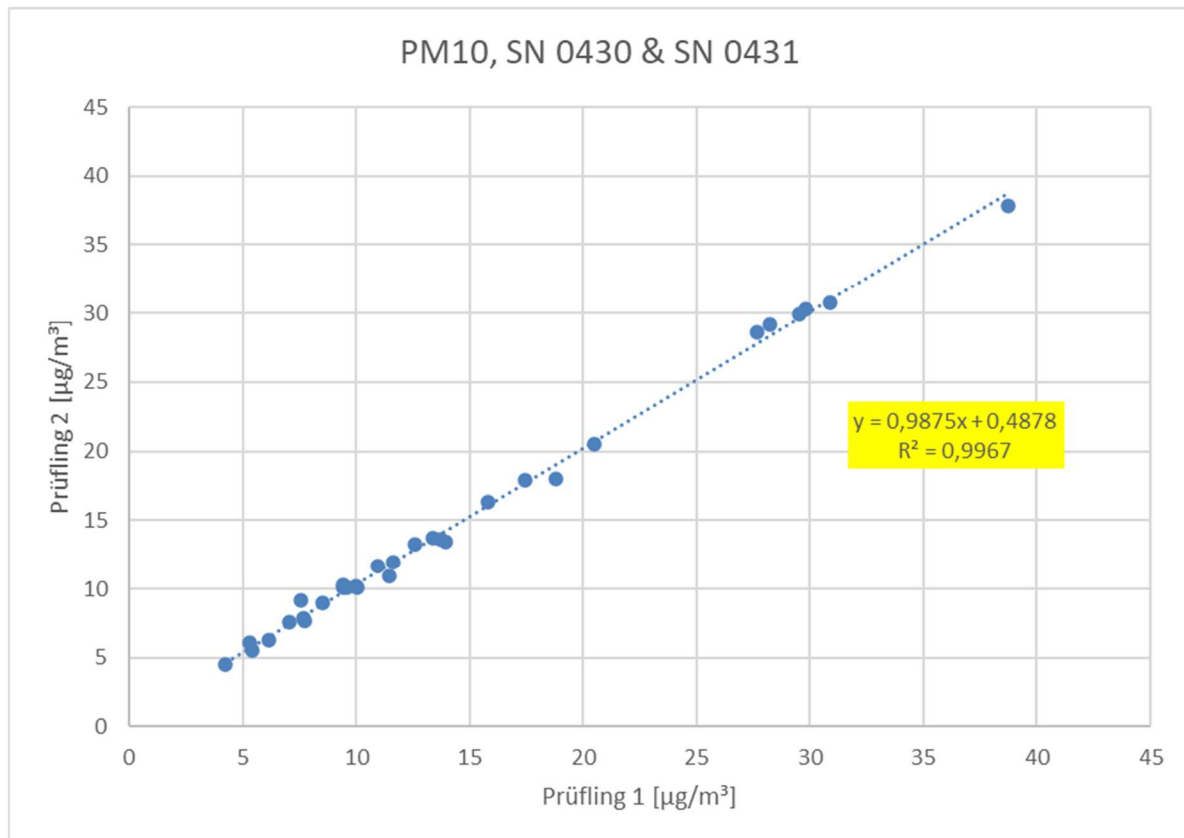


Abbildung 17: SN 0430 vs. SN 0431, PM₁₀

Tabelle 24: Unsicherheit zwischen den Prüflingen, PM_{2,5}

Probenahmeeinrichtung	DPA-14
PM-Fraktion	PM _{2,5}
Prüflinge	SN 0428 & SN 0429
Anzahl Wertepaare	31
Wertepaare > 17 µg/m ³ (nur PM _{2,5})	5
Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs, RM}$ [µg/m ³]	0,22

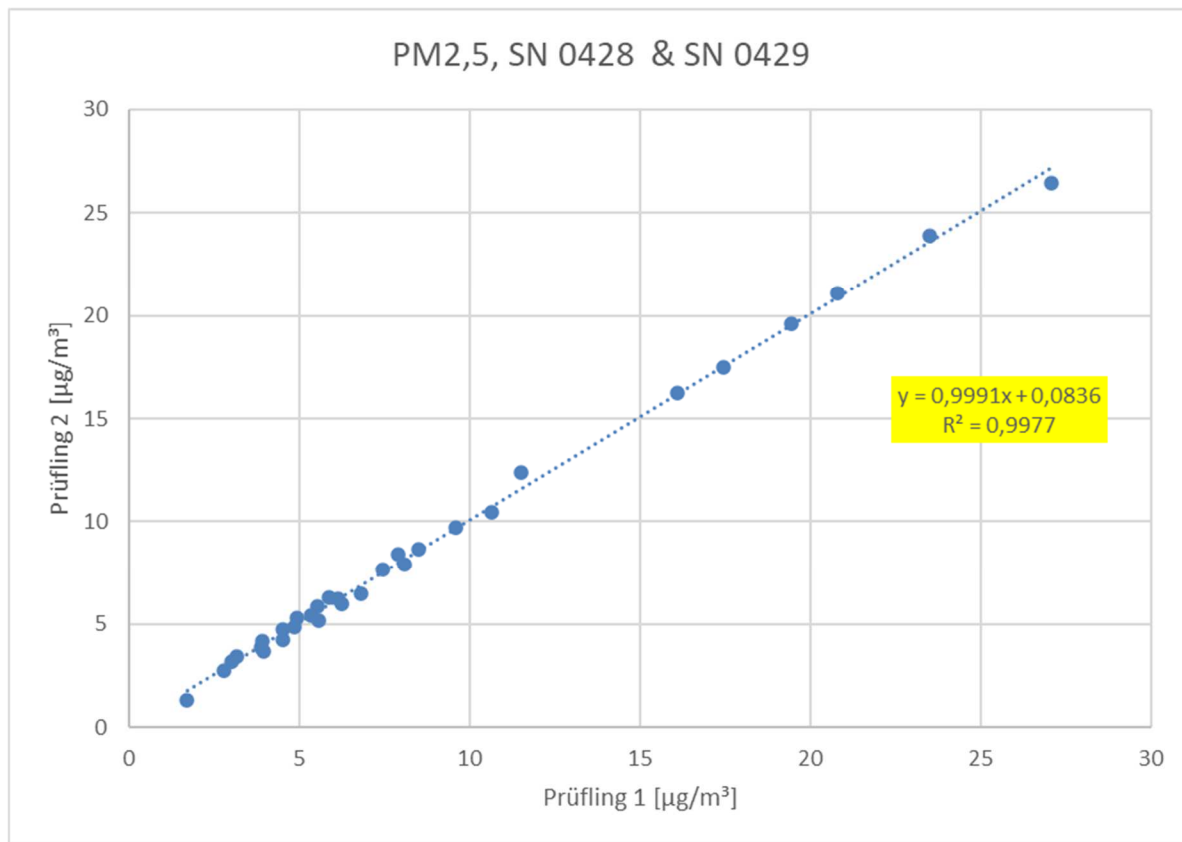


Abbildung 18: SN 0428 vs. SN 0429, PM_{2,5}

Die Verfügbarkeiten der Probenahmegeräte stellen sich wie folgt dar.

Tabelle 25: Verfügbarkeit, PM₁₀

Verfügbarkeit	Gesamtdauer Feld t_{field} [d]	Anzahl valide Messwerte t_{valid} [d]	Zeit für geplante Kalibrierungen & Wartung $t_{\text{cal,maint}}$ [d]	Verfügbarkeit [%]
SN 0430	31	31	0	100
SN 0431	31	31	0	100

Tabelle 26: Verfügbarkeit, PM_{2,5}

Verfügbarkeit	Gesamtdauer Feld t_{field} [d]	Anzahl valide Messwerte t_{valid} [d]	Zeit für geplante Kalibrierungen & Wartung $t_{\text{cal,maint}}$ [d]	Verfügbarkeit [%]
SN 0428	31	31	0	100
SN 0429	31	31	0	100

5.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Probenahmegeräten beträgt 0,42 µg/m³ für PM₁₀ und 0,22 µg/m³ für PM_{2,5}. Die Verfügbarkeit im Rahmen der Feldprüfung ergibt sich zu 100 % für PM₁₀ und 100 % für PM_{2,5}.

Mindestanforderung erfüllt? ja

5.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Eine Übersicht der Einzelmesswerte ist im Anhang zu diesem Bericht zu finden.

6. Empfehlungen zum Praxiseinsatz

6.1 Regelmäßige Arbeiten gemäß Benutzerhandbuch

Folgende regelmäßige Arbeiten sind gemäß Benutzerhandbuch (im Einklang mit den Anforderungen aus Kapitel 7 der DIN EN 12341) erforderlich:

Alle 2 Wochen:

- Inspektion und Reinigung der Impaktionsplatte des Probeneinlasses

Alle 3 Monate:

- Prüfung der Sensoren für Temperatur und Druck
- Überprüfung der Durchflussrate
- Überprüfung der Geräteuhr

Alle 3-6 Monate (je nach Belastungssituation):

- Reinigung des gesamten Probeneinlasses
- Reinigung der Probenahmeleitung

Alle 12 Monate:

- Reinigung des Probenahmegeräts
- Überprüfung der Dichtigkeit
- Kalibrierung der Sensoren für Temperatur und Druck
- Kalibrierung der Durchflussrate

Alle 24 Monate:

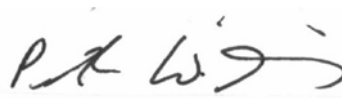
- Austausch der Dichtungsringe

Weitere Einzelheiten können dem Wartungshandbuch entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher



Dr. Peter Wilbring

Köln, 08. Februar 2025
EuL/21265825/A



7. Literaturverzeichnis

- [1] Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 12341:2023
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 1, „Automatische Messeinrichtungen und Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von stationären automatischen Messeinrichtungen und Überprüfung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers“, Juli 2017
- [3] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010
- [4] Benutzerhandbuch DPA-14, Version 1.1
- [5] Installationshandbuch DPA-14, Version 1.0
- [6] Softwarehandbuch DPA-14, Version 3.1
- [7] Wartungshandbuch DPA-14, Version 1.2
- [8] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [9] Richtlinie 2024/2881 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2024 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

8. Anhang

Anhang 1 Akkreditierungsurkunde

Anhang 2 Mess- und Rechenwerte

- Anlage 1: Probenvolumenstrom (Momentanwerte)
- Anlage 2: Messwerte für Außentemperatur
- Anlage 3: Messwerte für Temperatur am Filter während der Probenahme
- Anlage 4: Messwerte für Temperatur Filterlagerung
- Anlage 5: Messwerte für Umgebungsluftdruck
- Anlage 6: Messwerte aus Feldtest
- Anlage 7: Umgebungsbedingungen am Feldteststandort

Anhang 3 Benutzerhandbücher

Anhang 1 Akkreditierungsurkunde



Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle bestätigt mit dieser **Teil-Akkreditierungsurkunde**, dass das Prüflaboratorium

TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH
Am Grauen Stein, 51105 Köln

die Anforderungen gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die in der Anlage zu dieser Urkunde aufgeführten Konformitätsbewertungstätigkeiten erfüllt. Dies schließt zusätzliche bestehende gesetzliche und normative Anforderungen an das Prüflaboratorium ein, einschließlich solcher in relevanten sektoralen Programmen, sofern diese in der Anlage zu dieser Urkunde ausdrücklich bestätigt werden.

Die Anforderungen an das Managementsystem in der DIN EN ISO/IEC 17025 sind in einer für Prüflaboratorien relevanten Sprache verfasst und stehen insgesamt in Übereinstimmung mit den Prinzipien der DIN EN ISO 9001.

Diese Akkreditierung wurde gemäß Art. 5 Abs. 1 Satz 2 VO (EG) 765/2008, nach Durchführung eines Akkreditierungsverfahrens unter Beachtung der Mindestanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17011 und auf Grundlage einer Bewertung und Entscheidung durch den eingesetzten Akkreditierungsausschuss ausgestellt.

Diese Teil-Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 06.12.2023 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02.

Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 8 Seiten.

Registrierungsnummer der Teil-Akkreditierungsurkunde: **D-PL-11120-02-02**
Sie ist Bestandteil der Akkreditierungsurkunde D-PL-11120-02-00.

Berlin, 06.12.2023


Im Auftrag Dr. Joachim Kintrop
Fachbereichsleitung

Diese Urkunde gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand der gültigen und überwachten Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle zu entnehmen (www.dakks.de).

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 19: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 – Seite 1

Deutsche Akkreditierungsstelle

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Europa-Allee 52
60327 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) ist die beliehene nationale Akkreditierungsstelle der Bundesrepublik Deutschland gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i. V. m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV. Die DAkkS ist als nationale Akkreditierungsbehörde gemäß Art. 4 Abs. 4 VO (EG) 765/2008 und Tz. 4.7 DIN EN ISO/IEC 17000 durch Deutschland benannt.

Die Akkreditierungsurkunde ist gemäß Art. 11 Abs. 2 VO (EG) 765/2008 im Geltungsbereich dieser Verordnung von den nationalen Behörden als gleichwertig anzuerkennen sowie von den WTO-Mitgliedsstaaten, die sich in bilateralen- oder multilateralen Gegenseitigkeitsabkommen verpflichtet haben, die Urkunden von Akkreditierungsstellen, die Mitglied bei ILAC oder IAF sind, als gleichwertig anzuerkennen.

Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: www.european-accreditation.org

ILAC: www.ilac.org

IAF: www.iaf.nu

Diese Akkreditierungsurkunde ist Eigentum der Deutschen Akkreditierungsstelle.

Anhang 2 Mess- und Rechenwerte

Anlage 1

Probenvolumenstrom (Momentanwerte)

Blatt 1 von 1

Hersteller	Digital Elektronik AG								Solldurchflussrate [l/min]	38,33
Gerätetyp	DPA-14									
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431									
	20°C		50°C		-20°C		20°C			
	Messung	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	
	1	29.08.2024 11:06	38,35	31.08.2024 01:06	38,42	01.09.2024 15:06	38,23	03.09.2024 05:06	38,43	
	2	29.08.2024 11:12	38,35	31.08.2024 01:12	38,42	01.09.2024 15:12	38,25	03.09.2024 05:12	38,40	
	3	29.08.2024 11:18	38,35	31.08.2024 01:18	38,41	01.09.2024 15:18	38,24	03.09.2024 05:18	38,44	
	4	29.08.2024 11:24	38,35	31.08.2024 01:24	38,39	01.09.2024 15:24	38,24	03.09.2024 05:24	38,42	
	5	29.08.2024 11:30	38,35	31.08.2024 01:30	38,42	01.09.2024 15:30	38,25	03.09.2024 05:30	38,43	
	6	29.08.2024 11:36	38,35	31.08.2024 01:36	38,39	01.09.2024 15:36	38,23	03.09.2024 05:36	38,43	
	7	29.08.2024 11:42	38,35	31.08.2024 01:42	38,36	01.09.2024 15:42	38,25	03.09.2024 05:42	38,43	
	8	29.08.2024 11:48	38,35	31.08.2024 01:48	38,40	01.09.2024 15:48	38,25	03.09.2024 05:48	38,40	
	9	29.08.2024 11:54	38,36	31.08.2024 01:54	38,39	01.09.2024 15:54	38,24	03.09.2024 05:54	38,40	
	10	29.08.2024 12:00	38,36	31.08.2024 02:00	38,42	01.09.2024 16:00	38,25	03.09.2024 06:00	38,41	
	Mittelwert [l/min]		38,35		38,40		38,24		38,42	
	Sollwert [l/min]		38,33		38,33		38,33		38,33	
	Abweichung vom Sollwert [%]		0,06		0,19		-0,23		0,23	
	20°C		50°C		-20°C		20°C			
	Messung	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	Datum/Uhrzeit	Messwert in l/min	
	1	23.08.2024 15:06	38,26	25.08.2024 05:06	38,26	26.08.2024 19:06	38,45	28.08.2024 09:06	38,36	
	2	23.08.2024 15:12	38,29	25.08.2024 05:12	38,27	26.08.2024 19:12	38,46	28.08.2024 09:12	38,36	
	3	23.08.2024 15:18	38,29	25.08.2024 05:18	38,26	26.08.2024 19:18	38,46	28.08.2024 09:18	38,36	
	4	23.08.2024 15:24	38,27	25.08.2024 05:24	38,27	26.08.2024 19:24	38,47	28.08.2024 09:24	38,36	
	5	23.08.2024 15:30	38,27	25.08.2024 05:30	38,27	26.08.2024 19:30	38,44	28.08.2024 09:30	38,36	
	6	23.08.2024 15:36	38,29	25.08.2024 05:36	38,25	26.08.2024 19:36	38,46	28.08.2024 09:36	38,36	
	7	23.08.2024 15:42	38,29	25.08.2024 05:42	38,26	26.08.2024 19:42	38,42	28.08.2024 09:42	38,36	
	8	23.08.2024 15:48	38,28	25.08.2024 05:48	38,26	26.08.2024 19:48	38,44	28.08.2024 09:48	38,36	
	9	23.08.2024 15:54	38,28	25.08.2024 05:54	38,26	26.08.2024 19:54	38,47	28.08.2024 09:54	38,36	
	10	23.08.2024 16:00	38,29	25.08.2024 06:00	38,25	26.08.2024 20:00	38,47	28.08.2024 10:00	38,38	
	Mittelwert [l/min]		38,28		38,26		38,45		38,36	
	Sollwert [l/min]		38,33		38,33		38,33		38,33	
	Abweichung vom Sollwert [%]		-0,13		-0,18		0,32		0,08	

Anlage 2

Messwerte für Außentemperatur, Gerät 1

Blatt 1 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0429 Messung	20°C				50°C				-20°C				20°C			
	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]
1	28.08.2024 12:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 02:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 16:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 06:00	19,7	19,8	-0,1
2	28.08.2024 13:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 03:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 17:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 07:00	19,7	19,8	-0,1
3	28.08.2024 14:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 04:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 18:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 08:00	19,7	19,8	-0,1
4	28.08.2024 15:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 05:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 19:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 09:00	19,7	19,8	-0,1
5	28.08.2024 16:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 06:00	50,3	49,7	0,6	31.08.2024 20:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 10:00	19,7	19,8	-0,1
6	28.08.2024 17:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 07:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 21:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 11:00	19,7	19,8	-0,1
7	28.08.2024 18:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 08:00	50,3	49,7	0,6	31.08.2024 22:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 12:00	19,7	19,8	-0,1
8	28.08.2024 19:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 09:00	50,3	49,6	0,7	31.08.2024 23:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 13:00	19,8	19,8	0,0
9	28.08.2024 20:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 10:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 00:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 14:00	19,8	19,8	0,0
10	28.08.2024 21:00	19,8	19,7	0,1	30.08.2024 11:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 01:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 15:00	19,8	19,8	0,0
11	28.08.2024 22:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 12:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 02:00	-21,0	-20,9	-0,1	02.09.2024 16:00	19,8	19,8	0,0
12	28.08.2024 23:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 13:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 03:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 17:00	19,8	19,8	0,0
13	29.08.2024 00:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 14:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 04:00	-21,0	-20,9	-0,1	02.09.2024 18:00	19,8	19,8	0,0
14	29.08.2024 01:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 15:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 05:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 19:00	19,8	19,8	0,0
15	29.08.2024 02:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 16:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 06:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 20:00	19,8	19,8	0,0
16	29.08.2024 03:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 17:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 07:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 21:00	19,8	19,8	0,0
17	29.08.2024 04:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 18:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 08:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 22:00	19,8	19,8	0,0
18	29.08.2024 05:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 19:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 09:00	-21,0	-20,8	-0,2	02.09.2024 23:00	19,8	19,8	0,0
19	29.08.2024 06:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 20:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 10:00	-21,0	-20,8	-0,2	03.09.2024 00:00	19,8	19,8	0,0
20	29.08.2024 07:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 21:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 11:00	-21,0	-20,8	-0,2	03.09.2024 01:00	19,8	19,8	0,0
21	29.08.2024 08:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 22:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 12:00	-21,0	-20,8	-0,2	03.09.2024 02:00	19,8	19,8	0,0
22	29.08.2024 09:00	19,8	19,8	0,0	30.08.2024 23:00	50,3	49,6	0,7	01.09.2024 13:00	-20,9	-20,8	-0,1	03.09.2024 03:00	19,8	19,8	0,0
23	29.08.2024 10:00	19,8	19,8	0,0	31.08.2024 00:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 14:00	-20,9	-20,8	-0,1	03.09.2024 04:00	19,8	19,8	0,0
24	29.08.2024 11:00	19,8	19,8	0,0	31.08.2024 01:00	50,3	49,7	0,6	01.09.2024 15:00	-20,9	-20,7	-0,2	03.09.2024 05:00	19,8	19,8	0,0
Mittelwert Diff. [°C]				0,0				0,7				-0,2				0,0
Maximum absolute Diff. [°C]				0,1				0,7				0,2				0,1

Bericht über die Eignungsprüfung des Probenahmeegeräts DPA-14 der Firma
Digital Elektronik AG für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀,
Berichts-Nr.: EuL/21265825/A

Anlage 2

Messwerte für Außentemperatur, Gerät 2

Blatt 2 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0431	20°C				50°C				-20°C				20°C			
Messung	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfung [°C]	Referenz [°C]	Differenz [°C]
1	22.08.2024 16:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 06:00	50,2	49,6	0,6	25.08.2024 20:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 10:00	19,5	19,8	-0,3
2	22.08.2024 17:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 07:00	50,2	49,6	0,6	25.08.2024 21:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 11:00	19,5	19,8	-0,3
3	22.08.2024 18:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 08:00	50,2	49,6	0,6	25.08.2024 22:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 12:00	19,5	19,8	-0,3
4	22.08.2024 19:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 09:00	50,3	49,6	0,6	25.08.2024 23:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 13:00	19,5	19,8	-0,3
5	22.08.2024 20:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 10:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 00:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 14:00	19,5	19,8	-0,3
6	22.08.2024 21:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 11:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 01:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 15:00	19,5	19,8	-0,3
7	22.08.2024 22:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 12:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 02:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 16:00	19,5	19,8	-0,3
8	22.08.2024 23:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 13:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 03:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 17:00	19,5	19,8	-0,3
9	23.08.2024 00:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 14:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 04:00	-21,6	-20,8	-0,8	27.08.2024 18:00	19,5	19,8	-0,3
10	23.08.2024 01:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 15:00	50,3	49,6	0,6	26.08.2024 05:00	-21,6	-20,8	-0,8	27.08.2024 19:00	19,5	19,8	-0,3
11	23.08.2024 02:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 16:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 06:00	-21,6	-20,8	-0,7	27.08.2024 20:00	19,5	19,8	-0,3
12	23.08.2024 03:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 17:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 07:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 21:00	19,5	19,8	-0,3
13	23.08.2024 04:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 18:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 08:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 22:00	19,5	19,8	-0,3
14	23.08.2024 05:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 19:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 09:00	-21,5	-20,8	-0,7	27.08.2024 23:00	19,5	19,8	-0,3
15	23.08.2024 06:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 20:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 10:00	-21,5	-20,8	-0,7	28.08.2024 00:00	19,5	19,8	-0,3
16	23.08.2024 07:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 21:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 11:00	-21,6	-20,8	-0,8	28.08.2024 01:00	19,5	19,8	-0,3
17	23.08.2024 08:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 22:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 12:00	-21,6	-20,8	-0,7	28.08.2024 02:00	19,5	19,8	-0,3
18	23.08.2024 09:00	19,6	19,8	-0,2	24.08.2024 23:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 13:00	-21,6	-20,8	-0,8	28.08.2024 03:00	19,5	19,8	-0,3
19	23.08.2024 10:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 00:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 14:00	-21,6	-20,8	-0,8	28.08.2024 04:00	19,5	19,8	-0,3
20	23.08.2024 11:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 01:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 15:00	-21,6	-20,8	-0,8	28.08.2024 05:00	19,5	19,8	-0,3
21	23.08.2024 12:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 02:00	50,3	49,6	0,6	26.08.2024 16:00	-21,5	-20,8	-0,7	28.08.2024 06:00	19,6	19,8	-0,2
22	23.08.2024 13:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 03:00	50,3	49,6	0,7	26.08.2024 17:00	-21,5	-20,8	-0,7	28.08.2024 07:00	19,5	19,8	-0,3
23	23.08.2024 14:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 04:00	50,3	49,7	0,6	26.08.2024 18:00	-21,5	-20,8	-0,7	28.08.2024 08:00	19,5	19,8	-0,3
24	23.08.2024 15:00	19,6	19,8	-0,2	25.08.2024 05:00	50,3	49,6	0,6	26.08.2024 19:00	-21,5	-20,8	-0,7	28.08.2024 09:00	19,6	19,8	-0,2
Mittelwert Diff. [°C]				-0,2				0,7				-0,7				-0,3
Maximum absolute Diff. [°C]				0,2				0,7				0,8				0,3

Anlage 3

Messwerte für Temperatur am Filter während der Probenahme, Gerät 1

Blatt 1 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0429 Messung	20°C				50°C				-20°C				20°C			
	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]
1	28.08.2024 12:00	19,8	22,9	-3,1	30.08.2024 02:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 16:00	-21,0	-17,6	-3,4	02.09.2024 06:00	19,7	22,9	-3,2
2	28.08.2024 13:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 03:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 17:00	-21,0	-17,6	-3,5	02.09.2024 07:00	19,7	22,9	-3,2
3	28.08.2024 14:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 04:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 18:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 08:00	19,7	22,9	-3,2
4	28.08.2024 15:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 05:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 19:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 09:00	19,7	22,9	-3,2
5	28.08.2024 16:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 06:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 20:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 10:00	19,7	22,9	-3,2
6	28.08.2024 17:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 07:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 21:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 11:00	19,7	22,9	-3,2
7	28.08.2024 18:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 08:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 22:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 12:00	19,7	22,9	-3,2
8	28.08.2024 19:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 09:00	50,3	53,0	-2,7	31.08.2024 23:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 13:00	19,8	22,9	-3,1
9	28.08.2024 20:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 10:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 00:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 14:00	19,8	22,9	-3,1
10	28.08.2024 21:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 11:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 01:00	-21,0	-17,6	-3,4	02.09.2024 15:00	19,8	22,9	-3,1
11	28.08.2024 22:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 12:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 02:00	-21,0	-17,6	-3,4	02.09.2024 16:00	19,8	22,9	-3,1
12	28.08.2024 23:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 13:00	50,3	53,0	-2,6	01.09.2024 03:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 17:00	19,8	22,9	-3,1
13	29.08.2024 00:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 14:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 04:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 18:00	19,8	22,9	-3,1
14	29.08.2024 01:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 15:00	50,3	53,0	-2,6	01.09.2024 05:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 19:00	19,8	22,9	-3,1
15	29.08.2024 02:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 16:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 06:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 20:00	19,8	22,9	-3,1
16	29.08.2024 03:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 17:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 07:00	-21,0	-17,5	-3,5	02.09.2024 21:00	19,8	22,9	-3,1
17	29.08.2024 04:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 18:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 08:00	-21,0	-17,4	-3,6	02.09.2024 22:00	19,8	22,9	-3,1
18	29.08.2024 05:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 19:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 09:00	-21,0	-17,4	-3,6	02.09.2024 23:00	19,8	22,9	-3,1
19	29.08.2024 06:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 20:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 10:00	-21,0	-17,4	-3,6	03.09.2024 00:00	19,8	22,9	-3,1
20	29.08.2024 07:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 21:00	50,3	52,9	-2,6	01.09.2024 11:00	-21,0	-17,4	-3,6	03.09.2024 01:00	19,8	22,9	-3,1
21	29.08.2024 08:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 22:00	50,3	53,0	-2,7	01.09.2024 12:00	-21,0	-17,3	-3,7	03.09.2024 02:00	19,8	22,9	-3,1
22	29.08.2024 09:00	19,8	22,8	-3,0	30.08.2024 23:00	50,3	52,9	-2,6	01.09.2024 13:00	-20,9	-17,3	-3,6	03.09.2024 03:00	19,8	22,9	-3,1
23	29.08.2024 10:00	19,8	22,8	-3,0	31.08.2024 00:00	50,3	52,9	-2,6	01.09.2024 14:00	-20,9	-17,3	-3,6	03.09.2024 04:00	19,8	22,9	-3,1
24	29.08.2024 11:00	19,8	22,8	-3,0	31.08.2024 01:00	50,3	52,9	-2,6	01.09.2024 15:00	-20,9	-17,3	-3,6	03.09.2024 05:00	19,8	22,9	-3,1
Mittelwert Diff. [°C]																
Maximum absolute Diff. [°C]																

Bericht über die Eignungsprüfung des Probenahmeegeräts DPA-14 der Firma
Digital Elektronik AG für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀,
Berichts-Nr.: EuL/21265825/A

Anlage 3

Messwerte für Temperatur am Filter während der Probenahme, Gerät 2

Blatt 2 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0431 Messung	20°C				50°C				-20°C				20°C			
	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]	Datum/Uhrzeit	Außentemp. [°C]	Filtertemp. [°C]	Differenz [°C]
1	22.08.2024 16:00	19,6	21,1	-1,5	24.08.2024 06:00	50,2	52,0	-1,8	25.08.2024 20:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 10:00	19,5	21,3	-1,8
2	22.08.2024 17:00	19,6	21,1	-1,5	24.08.2024 07:00	50,2	52,0	-1,8	25.08.2024 21:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 11:00	19,5	21,3	-1,8
3	22.08.2024 18:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 08:00	50,2	52,0	-1,8	25.08.2024 22:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 12:00	19,5	21,3	-1,8
4	22.08.2024 19:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 09:00	50,3	52,0	-1,8	25.08.2024 23:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 13:00	19,5	21,3	-1,8
5	22.08.2024 20:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 10:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 00:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 14:00	19,5	21,3	-1,8
6	22.08.2024 21:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 11:00	50,3	52,0	-1,8	26.08.2024 01:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 15:00	19,5	21,3	-1,8
7	22.08.2024 22:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 12:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 02:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 16:00	19,5	21,3	-1,8
8	22.08.2024 23:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 13:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 03:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 17:00	19,5	21,3	-1,8
9	23.08.2024 00:00	19,6	21,2	-1,6	24.08.2024 14:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 04:00	-21,6	-19,4	-2,2	27.08.2024 18:00	19,5	21,3	-1,8
10	23.08.2024 01:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 15:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 05:00	-21,6	-19,4	-2,2	27.08.2024 19:00	19,5	21,3	-1,8
11	23.08.2024 02:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 16:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 06:00	-21,6	-19,4	-2,2	27.08.2024 20:00	19,5	21,3	-1,8
12	23.08.2024 03:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 17:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 07:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 21:00	19,5	21,3	-1,8
13	23.08.2024 04:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 18:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 08:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 22:00	19,5	21,3	-1,8
14	23.08.2024 05:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 19:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 09:00	-21,5	-19,4	-2,1	27.08.2024 23:00	19,5	21,3	-1,8
15	23.08.2024 06:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 20:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 10:00	-21,5	-19,4	-2,1	28.08.2024 00:00	19,5	21,3	-1,8
16	23.08.2024 07:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 21:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 11:00	-21,6	-19,4	-2,2	28.08.2024 01:00	19,5	21,3	-1,8
17	23.08.2024 08:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 22:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 12:00	-21,6	-19,4	-2,2	28.08.2024 02:00	19,5	21,3	-1,8
18	23.08.2024 09:00	19,6	21,3	-1,7	24.08.2024 23:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 13:00	-21,6	-19,4	-2,2	28.08.2024 03:00	19,5	21,3	-1,8
19	23.08.2024 10:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 00:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 14:00	-21,6	-19,5	-2,1	28.08.2024 04:00	19,5	21,3	-1,8
20	23.08.2024 11:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 01:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 15:00	-21,6	-19,4	-2,2	28.08.2024 05:00	19,5	21,3	-1,8
21	23.08.2024 12:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 02:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 16:00	-21,5	-19,4	-2,1	28.08.2024 06:00	19,6	21,3	-1,8
22	23.08.2024 13:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 03:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 17:00	-21,5	-19,4	-2,1	28.08.2024 07:00	19,5	21,3	-1,8
23	23.08.2024 14:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 04:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 18:00	-21,5	-19,4	-2,1	28.08.2024 08:00	19,5	21,3	-1,8
24	23.08.2024 15:00	19,6	21,3	-1,7	25.08.2024 05:00	50,3	52,0	-1,7	26.08.2024 19:00	-21,5	-19,4	-2,1	28.08.2024 09:00	19,6	21,3	-1,7
Mittelwert Diff. [°C]																
Maximum absolute Diff. [°C]					1,7				1,8				2,2			

Anlage 4

Messwerte für Temperatur Filterlagerung, Gerät 1

Blatt 1 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG								
Gerätetyp	DPA-14								
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431								
SN0429 Messung	20°C		50°C		-20°C		20°C		
	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	
1	28.08.2024 12:00	22,9	30.08.2024 02:00	53,0	31.08.2024 16:00	-17,6	02.09.2024 06:00	22,9	
2	28.08.2024 13:00	22,8	30.08.2024 03:00	53,0	31.08.2024 17:00	-17,6	02.09.2024 07:00	22,9	
3	28.08.2024 14:00	22,8	30.08.2024 04:00	53,0	31.08.2024 18:00	-17,5	02.09.2024 08:00	22,9	
4	28.08.2024 15:00	22,8	30.08.2024 05:00	53,0	31.08.2024 19:00	-17,5	02.09.2024 09:00	22,9	
5	28.08.2024 16:00	22,8	30.08.2024 06:00	53,0	31.08.2024 20:00	-17,5	02.09.2024 10:00	22,9	
6	28.08.2024 17:00	22,8	30.08.2024 07:00	53,0	31.08.2024 21:00	-17,5	02.09.2024 11:00	22,9	
7	28.08.2024 18:00	22,8	30.08.2024 08:00	53,0	31.08.2024 22:00	-17,5	02.09.2024 12:00	22,9	
8	28.08.2024 19:00	22,8	30.08.2024 09:00	53,0	31.08.2024 23:00	-17,5	02.09.2024 13:00	22,9	
9	28.08.2024 20:00	22,8	30.08.2024 10:00	53,0	01.09.2024 00:00	-17,5	02.09.2024 14:00	22,9	
10	28.08.2024 21:00	22,8	30.08.2024 11:00	53,0	01.09.2024 01:00	-17,6	02.09.2024 15:00	22,9	
11	28.08.2024 22:00	22,8	30.08.2024 12:00	53,0	01.09.2024 02:00	-17,6	02.09.2024 16:00	22,9	
12	28.08.2024 23:00	22,8	30.08.2024 13:00	53,0	01.09.2024 03:00	-17,5	02.09.2024 17:00	22,9	
13	29.08.2024 00:00	22,8	30.08.2024 14:00	53,0	01.09.2024 04:00	-17,5	02.09.2024 18:00	22,9	
14	29.08.2024 01:00	22,8	30.08.2024 15:00	53,0	01.09.2024 05:00	-17,5	02.09.2024 19:00	22,9	
15	29.08.2024 02:00	22,8	30.08.2024 16:00	53,0	01.09.2024 06:00	-17,5	02.09.2024 20:00	22,9	
16	29.08.2024 03:00	22,8	30.08.2024 17:00	53,0	01.09.2024 07:00	-17,5	02.09.2024 21:00	22,9	
17	29.08.2024 04:00	22,8	30.08.2024 18:00	53,0	01.09.2024 08:00	-17,4	02.09.2024 22:00	22,9	
18	29.08.2024 05:00	22,8	30.08.2024 19:00	53,0	01.09.2024 09:00	-17,4	02.09.2024 23:00	22,9	
19	29.08.2024 06:00	22,8	30.08.2024 20:00	53,0	01.09.2024 10:00	-17,4	03.09.2024 00:00	22,9	
20	29.08.2024 07:00	22,8	30.08.2024 21:00	52,9	01.09.2024 11:00	-17,4	03.09.2024 01:00	22,9	
21	29.08.2024 08:00	22,8	30.08.2024 22:00	53,0	01.09.2024 12:00	-17,3	03.09.2024 02:00	22,9	
22	29.08.2024 09:00	22,8	30.08.2024 23:00	52,9	01.09.2024 13:00	-17,3	03.09.2024 03:00	22,9	
23	29.08.2024 10:00	22,8	31.08.2024 00:00	52,9	01.09.2024 14:00	-17,3	03.09.2024 04:00	22,9	
24	29.08.2024 11:00	22,8	31.08.2024 01:00	52,9	01.09.2024 15:00	-17,3	03.09.2024 05:00	22,9	
Maximalwert [°C]		22,9		53,0		-17,3		22,9	

Anlage 4

Messwerte für Temperatur Filterlagerung, Gerät 2

Blatt 2 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG								
Gerätetyp	DPA-14								
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431								
SN0431 Messung	20°C		50°C		-20°C		20°C		
	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [°C]	
1	22.08.2024 16:00	23,2	24.08.2024 06:00	53,3	25.08.2024 20:00	-17,0	27.08.2024 10:00	23,2	
2	22.08.2024 17:00	23,2	24.08.2024 07:00	53,3	25.08.2024 21:00	-17,0	27.08.2024 11:00	23,2	
3	22.08.2024 18:00	23,2	24.08.2024 08:00	53,3	25.08.2024 22:00	-17,0	27.08.2024 12:00	23,2	
4	22.08.2024 19:00	23,2	24.08.2024 09:00	53,3	25.08.2024 23:00	-17,0	27.08.2024 13:00	23,2	
5	22.08.2024 20:00	23,2	24.08.2024 10:00	53,3	26.08.2024 00:00	-17,0	27.08.2024 14:00	23,2	
6	22.08.2024 21:00	23,2	24.08.2024 11:00	53,3	26.08.2024 01:00	-17,0	27.08.2024 15:00	23,2	
7	22.08.2024 22:00	23,2	24.08.2024 12:00	53,3	26.08.2024 02:00	-17,0	27.08.2024 16:00	23,2	
8	22.08.2024 23:00	23,2	24.08.2024 13:00	53,3	26.08.2024 03:00	-17,0	27.08.2024 17:00	23,2	
9	23.08.2024 00:00	23,2	24.08.2024 14:00	53,3	26.08.2024 04:00	-17,0	27.08.2024 18:00	23,2	
10	23.08.2024 01:00	23,2	24.08.2024 15:00	53,3	26.08.2024 05:00	-17,0	27.08.2024 19:00	23,2	
11	23.08.2024 02:00	23,2	24.08.2024 16:00	53,3	26.08.2024 06:00	-17,0	27.08.2024 20:00	23,2	
12	23.08.2024 03:00	23,2	24.08.2024 17:00	53,3	26.08.2024 07:00	-17,0	27.08.2024 21:00	23,2	
13	23.08.2024 04:00	23,2	24.08.2024 18:00	53,3	26.08.2024 08:00	-17,0	27.08.2024 22:00	23,2	
14	23.08.2024 05:00	23,2	24.08.2024 19:00	53,4	26.08.2024 09:00	-17,0	27.08.2024 23:00	23,2	
15	23.08.2024 06:00	23,2	24.08.2024 20:00	53,4	26.08.2024 10:00	-17,0	28.08.2024 00:00	23,2	
16	23.08.2024 07:00	23,2	24.08.2024 21:00	53,4	26.08.2024 11:00	-17,0	28.08.2024 01:00	23,2	
17	23.08.2024 08:00	23,2	24.08.2024 22:00	53,3	26.08.2024 12:00	-17,0	28.08.2024 02:00	23,2	
18	23.08.2024 09:00	23,2	24.08.2024 23:00	53,3	26.08.2024 13:00	-17,0	28.08.2024 03:00	23,2	
19	23.08.2024 10:00	23,2	25.08.2024 00:00	53,3	26.08.2024 14:00	-17,0	28.08.2024 04:00	23,2	
20	23.08.2024 11:00	23,2	25.08.2024 01:00	53,3	26.08.2024 15:00	-17,0	28.08.2024 05:00	23,2	
21	23.08.2024 12:00	23,2	25.08.2024 02:00	53,3	26.08.2024 16:00	-16,9	28.08.2024 06:00	23,2	
22	23.08.2024 13:00	23,2	25.08.2024 03:00	53,3	26.08.2024 17:00	-16,9	28.08.2024 07:00	23,2	
23	23.08.2024 14:00	23,2	25.08.2024 04:00	53,3	26.08.2024 18:00	-16,9	28.08.2024 08:00	23,2	
24	23.08.2024 15:00	23,2	25.08.2024 05:00	53,3	26.08.2024 19:00	-16,9	28.08.2024 09:00	23,2	
Maximalwert [°C]		23,2		53,4		-16,9		23,2	

Anlage 5

Messwerte für Umgebungsluftdruck, Gerät 1

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0429 Messung	20°C				50°C				-20°C				20°C			
	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]
1	28.08.2024 12:00	101,19	101,05	0,14	30.08.2024 02:00	101,58	101,38	0,19	31.08.2024 16:00	101,48	101,44	0,05	#####	100,87	100,72	0,15
2	28.08.2024 13:00	101,15	101,05	0,10	30.08.2024 03:00	101,58	101,42	0,16	31.08.2024 17:00	101,44	101,38	0,05	#####	100,89	100,71	0,17
3	28.08.2024 14:00	101,11	101,02	0,09	30.08.2024 04:00	101,63	101,43	0,20	31.08.2024 18:00	101,39	101,34	0,06	#####	100,89	100,74	0,16
4	28.08.2024 15:00	101,05	100,98	0,07	30.08.2024 05:00	101,62	101,48	0,14	31.08.2024 19:00	101,38	101,29	0,09	#####	100,90	100,74	0,16
5	28.08.2024 16:00	101,02	100,92	0,10	30.08.2024 06:00	101,64	101,47	0,17	31.08.2024 20:00	101,40	101,28	0,13	#####	100,91	100,75	0,16
6	28.08.2024 17:00	100,97	100,88	0,09	30.08.2024 07:00	101,69	101,49	0,20	31.08.2024 21:00	101,44	101,30	0,13	#####	100,88	100,74	0,14
7	28.08.2024 18:00	100,94	100,83	0,11	30.08.2024 08:00	101,66	101,54	0,11	31.08.2024 22:00	101,47	101,33	0,13	#####	100,86	100,73	0,12
8	28.08.2024 19:00	100,94	100,80	0,13	30.08.2024 09:00	101,65	101,51	0,14	31.08.2024 23:00	101,45	101,36	0,09	#####	100,82	100,70	0,11
9	28.08.2024 20:00	100,97	100,80	0,17	30.08.2024 10:00	101,72	101,51	0,22	01.09.2024 00:00	101,43	101,35	0,08	#####	100,73	100,66	0,07
10	28.08.2024 21:00	101,02	100,83	0,19	30.08.2024 11:00	101,76	101,58	0,18	01.09.2024 01:00	101,41	101,33	0,08	#####	100,71	100,58	0,12
11	28.08.2024 22:00	101,03	100,88	0,15	30.08.2024 12:00	101,72	101,62	0,11	01.09.2024 02:00	101,36	101,31	0,05	#####	100,71	100,55	0,16
12	28.08.2024 23:00	101,03	100,89	0,14	30.08.2024 13:00	101,72	101,58	0,14	01.09.2024 03:00	101,34	101,26	0,08	#####	100,76	100,55	0,21
13	29.08.2024 00:00	101,06	100,90	0,16	30.08.2024 14:00	101,70	101,58	0,12	01.09.2024 04:00	101,32	101,24	0,08	#####	100,73	100,60	0,12
14	29.08.2024 01:00	101,08	100,92	0,16	30.08.2024 15:00	101,69	101,56	0,13	01.09.2024 05:00	101,30	101,21	0,08	#####	100,78	100,57	0,20
15	29.08.2024 02:00	101,08	100,94	0,14	30.08.2024 16:00	101,67	101,54	0,13	01.09.2024 06:00	101,25	101,19	0,06	#####	100,84	100,63	0,21
16	29.08.2024 03:00	101,08	100,95	0,14	30.08.2024 17:00	101,66	101,53	0,14	01.09.2024 07:00	101,23	101,15	0,08	#####	100,92	100,69	0,23
17	29.08.2024 04:00	101,09	100,95	0,14	30.08.2024 18:00	101,67	101,52	0,15	01.09.2024 08:00	101,23	101,12	0,11	#####	100,93	100,76	0,16
18	29.08.2024 05:00	101,08	100,95	0,13	30.08.2024 19:00	101,69	101,53	0,16	01.09.2024 09:00	101,23	101,13	0,10	#####	100,93	100,77	0,16
19	29.08.2024 06:00	101,09	100,95	0,14	30.08.2024 20:00	101,73	101,54	0,19	01.09.2024 10:00	101,23	101,13	0,11	#####	100,92	100,77	0,15
20	29.08.2024 07:00	101,10	100,95	0,15	30.08.2024 21:00	101,76	101,59	0,17	01.09.2024 11:00	101,21	101,12	0,09	#####	100,91	100,77	0,15
21	29.08.2024 08:00	101,13	100,97	0,16	30.08.2024 22:00	101,78	101,62	0,16	01.09.2024 12:00	101,15	101,10	0,04	#####	100,92	100,76	0,17
22	29.08.2024 09:00	101,15	101,00	0,15	30.08.2024 23:00	101,79	101,64	0,15	01.09.2024 13:00	101,08	101,04	0,04	#####	100,92	100,76	0,16
23	29.08.2024 10:00	101,18	101,02	0,16	31.08.2024 00:00	101,78	101,64	0,13	01.09.2024 14:00	101,01	100,97	0,05	#####	100,93	100,77	0,16
24	29.08.2024 11:00	101,18	101,05	0,14	31.08.2024 01:00	101,77	101,64	0,13	01.09.2024 15:00	100,97	100,90	0,07	#####	100,95	100,77	0,19
Mittelwert Diff. [kPa]					0,13				0,08				0,16			
Maximum abs. Diff. [kPa]					0,19				0,22				0,13			

Bericht über die Eignungsprüfung des Probenahmegepärs DPA-14 der Firma
Digital Elektronik AG für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} oder PM₁₀,
Berichts-Nr.: EuL/21265825/A

Anlage 5

Messwerte für Umgebungsluftdruck, Gerät 2

Blatt 2 von 2

Hersteller	Digital Elektronik AG															
Gerätetyp	DPA-14															
Serien-Nr.	SN0429 / SN0431															
SN0431	20°C				50°C				-20°C				20°C			
Messung	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]	Datum/Uhrzeit	Prüfling [kPa]	Referenz [kPa]	Differenz [kPa]
1	22.08.2024 16:00	100,63	100,55	0,08	24.08.2024 06:00	100,56	100,51	0,05	25.08.2024 20:00	101,73	101,63	0,11	27.08.2024 10:00	101,86	101,75	0,11
2	22.08.2024 17:00	100,57	100,54	0,03	24.08.2024 07:00	100,58	100,50	0,08	25.08.2024 21:00	101,77	101,64	0,13	27.08.2024 11:00	101,82	101,74	0,07
3	22.08.2024 18:00	100,55	100,49	0,06	24.08.2024 08:00	100,56	100,51	0,05	25.08.2024 22:00	101,80	101,68	0,12	27.08.2024 12:00	101,76	101,71	0,06
4	22.08.2024 19:00	100,51	100,46	0,05	24.08.2024 09:00	100,53	100,50	0,03	25.08.2024 23:00	101,80	101,70	0,09	27.08.2024 13:00	101,70	101,65	0,05
5	22.08.2024 20:00	100,53	100,42	0,11	24.08.2024 10:00	100,48	100,47	0,01	26.08.2024 00:00	101,79	101,69	0,10	27.08.2024 14:00	101,65	101,59	0,06
6	22.08.2024 21:00	100,56	100,44	0,12	24.08.2024 11:00	100,42	100,42	0,00	26.08.2024 01:00	101,79	101,69	0,10	27.08.2024 15:00	101,58	101,53	0,05
7	22.08.2024 22:00	100,58	100,48	0,10	24.08.2024 12:00	100,34	100,36	-0,02	26.08.2024 02:00	101,79	101,69	0,10	27.08.2024 16:00	101,51	101,47	0,04
8	22.08.2024 23:00	100,57	100,49	0,08	24.08.2024 13:00	100,24	100,29	-0,04	26.08.2024 03:00	101,80	101,69	0,11	27.08.2024 17:00	101,45	101,40	0,05
9	23.08.2024 00:00	100,55	100,48	0,07	24.08.2024 14:00	100,16	100,18	-0,03	26.08.2024 04:00	101,79	101,70	0,09	27.08.2024 18:00	101,41	101,34	0,07
10	23.08.2024 01:00	100,51	100,46	0,05	24.08.2024 15:00	100,08	100,10	-0,02	26.08.2024 05:00	101,79	101,69	0,10	27.08.2024 19:00	101,38	101,29	0,09
11	23.08.2024 02:00	100,49	100,43	0,06	24.08.2024 16:00	100,02	100,03	-0,01	26.08.2024 06:00	101,83	101,69	0,14	27.08.2024 20:00	101,38	101,27	0,11
12	23.08.2024 03:00	100,45	100,40	0,05	24.08.2024 17:00	99,98	99,96	0,01	26.08.2024 07:00	101,86	101,73	0,13	27.08.2024 21:00	101,40	101,27	0,13
13	23.08.2024 04:00	100,41	100,36	0,05	24.08.2024 18:00	99,92	99,93	-0,01	26.08.2024 08:00	101,88	101,76	0,12	27.08.2024 22:00	101,40	101,28	0,12
14	23.08.2024 05:00	100,35	100,32	0,03	24.08.2024 19:00	99,89	99,86	0,03	26.08.2024 09:00	101,89	101,77	0,12	27.08.2024 23:00	101,39	101,29	0,10
15	23.08.2024 06:00	100,31	100,26	0,05	24.08.2024 20:00	99,93	99,84	0,09	26.08.2024 10:00	101,90	101,79	0,12	28.08.2024 00:00	101,39	101,28	0,11
16	23.08.2024 07:00	100,31	100,23	0,08	24.08.2024 21:00	100,36	99,88	0,48	26.08.2024 11:00	101,89	101,80	0,09	28.08.2024 01:00	101,38	101,27	0,11
17	23.08.2024 08:00	100,31	100,22	0,10	24.08.2024 22:00	100,41	100,31	0,10	26.08.2024 12:00	101,89	101,79	0,10	28.08.2024 02:00	101,35	101,23	0,11
18	23.08.2024 09:00	100,30	100,22	0,08	24.08.2024 23:00	100,47	100,35	0,12	26.08.2024 13:00	101,85	101,78	0,06	28.08.2024 03:00	101,30	101,20	0,11
19	23.08.2024 10:00	100,33	100,21	0,11	25.08.2024 00:00	100,57	100,42	0,15	26.08.2024 14:00	101,82	101,74	0,09	28.08.2024 04:00	101,28	101,18	0,10
20	23.08.2024 11:00	100,34	100,24	0,10	25.08.2024 01:00	100,67	100,52	0,15	26.08.2024 15:00	101,80	101,72	0,08	28.08.2024 05:00	101,28	101,18	0,10
21	23.08.2024 12:00	100,35	100,26	0,09	25.08.2024 02:00	100,78	100,62	0,16	26.08.2024 16:00	101,79	101,70	0,09	28.08.2024 06:00	101,29	101,18	0,11
22	23.08.2024 13:00	100,38	100,27	0,11	25.08.2024 03:00	100,92	100,74	0,19	26.08.2024 17:00	101,77	101,68	0,08	28.08.2024 07:00	101,29	101,18	0,11
23	23.08.2024 14:00	100,43	100,30	0,12	25.08.2024 04:00	101,03	100,88	0,15	26.08.2024 18:00	101,75	101,66	0,10	28.08.2024 08:00	101,28	101,18	0,11
24	23.08.2024 15:00	100,49	100,34	0,15	25.08.2024 05:00	101,15	100,97	0,17	26.08.2024 19:00	101,77	101,64	0,13	28.08.2024 09:00	101,28	101,17	0,11
Mittelwert Diff. [kPa]				0,08				0,08				0,10				0,09
Maximum abs. Diff. [kPa]				0,15				0,48				0,14				0,13

Anlage 6

Messwerte aus Feldtest, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 1

Hersteller Digital Elektronik AG								
Gerätetyp DPA-14								
Serien-Nr. SN 0428 / SN 0429 / SN 0430 / SN 0431								
PM-Fraktion PM _{2,5} / PM ₁₀								
Nr.	Datum	SN 0428 PM _{2,5} [µg/m ³]	SN 0429 PM _{2,5} [µg/m ³]	Datum	SN 0430 PM ₁₀ [µg/m ³]	SN 0431 PM ₁₀ [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
1	13.12.2024	17,4	17,5	13.12.2024	29,8	30,3		Bornheim
2	14.12.2024	16,1	16,2	14.12.2024	29,5	29,9		
3	15.12.2024	6,2	6,0	15.12.2024	13,9	13,5		
4	16.12.2024	1,7	1,3	16.12.2024	4,2	4,5		
5	17.12.2024	4,0	3,7	17.12.2024	9,4	10,3		
6	18.12.2024	4,9	4,9	18.12.2024	7,7	7,9		
7	19.12.2024	3,2	3,4	19.12.2024	7,6	9,1		
8	20.12.2024	6,8	6,5	20.12.2024	12,6	13,3		
9	21.12.2024	2,8	2,8	21.12.2024	5,3	6,1		
10	22.12.2024	4,5	4,8	22.12.2024	10,0	10,1		
11	23.12.2024	5,9	6,3	23.12.2024	13,4	13,7		
12	24.12.2024	5,5	5,9	24.12.2024	11,7	11,9		
13	25.12.2024	3,9	3,9	25.12.2024	5,4	5,5		
14	26.12.2024	8,5	8,7	26.12.2024	10,9	11,7		
15	27.12.2024	11,5	12,4	27.12.2024	15,8	16,4		
16	28.12.2024	20,8	21,1	28.12.2024	27,7	28,6		
17	29.12.2024	23,5	23,9	29.12.2024	28,3	29,2		
18	30.12.2024	7,9	8,4	30.12.2024	9,6	10,1		
19	31.12.2024	6,1	6,2	31.12.2024	9,4	10,1		
20	01.01.2025	5,3	5,4	01.01.2025	7,0	7,6		
21	02.01.2025	4,9	5,3	02.01.2025	11,5	10,9		
22	03.01.2025	8,1	7,9	03.01.2025	17,4	17,9		
23	04.01.2025	10,6	10,5	04.01.2025	18,8	18,0		
24	05.01.2025	5,6	5,2	05.01.2025	10,0	10,2		
25	06.01.2025	3,9	4,2	06.01.2025	7,7	7,7		
26	07.01.2025	3,0	3,2	07.01.2025	6,2	6,3		
27	08.01.2025	4,5	4,3	08.01.2025	8,5	9,0		
28	09.01.2025	7,4	7,7	09.01.2025	13,7	13,6		
29	10.01.2025	9,6	9,7	10.01.2025	20,5	20,6		
30	11.01.2025	19,5	19,6	11.01.2025	30,9	30,8		
31	12.01.2025	27,1	26,4	12.01.2025	38,7	37,8		

Anlage 7

Umgebungsbedingungen am Feldteststandort

Blatt 1 von 1

Hersteller	Digital Elektronik AG						
Gerätetyp	DPA-14						
Serien-Nr.	SN 0428 / SN 0429 / SN 0430 / SN 0431						
PM-Fraktion	PM _{2,5} / PM ₁₀						
Nr.	Datum	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit* [m/s]	Windrichtung* [°]	Standort
1	13.12.2024	1,0	1020,7	83,0	0,5	177,6	Bornheim
2	14.12.2024	2,3	1014,2	85,2	1,1	197,4	
3	15.12.2024	7,0	1020,1	87,5	1,0	236,2	
4	16.12.2024	10,8	1024,6	86,4	0,8	232,3	
5	17.12.2024	7,9	1021,5	81,7	1,4	246,8	
6	18.12.2024	10,1	1009,3	88,1	0,7	202,0	
7	19.12.2024	9,4	997,0	79,6	1,3	226,2	
8	20.12.2024	4,8	1012,3	84,9	2,3	206,4	
9	21.12.2024	8,0	1007,2	81,9	1,6	222,6	
10	22.12.2024	5,1	995,4	80,5	1,6	254,4	
11	23.12.2024	5,0	1006,9	84,5	1,7	232,2	
12	24.12.2024	4,6	1020,4	85,7	1,8	130,1	
13	25.12.2024	6,2	1027,7	91,0	0,7	204,0	
14	26.12.2024	5,3	1029,6	95,0	0,5	187,8	
15	27.12.2024	2,2	1026,6	88,4	0,6	182,1	
16	28.12.2024	0,5	1023,1	87,8	0,3	188,1	
17	29.12.2024	-0,2	1023,5	89,4	0,2	188,0	
18	30.12.2024	0,8	1024,1	92,7	0,5	200,2	
19	31.12.2024	0,1	1020,5	92,0	1,1	211,7	
20	01.01.2025	5,9	1009,3	89,1	0,9	212,0	
21	02.01.2025	3,1	1007,0	80,5	2,5	255,6	
22	03.01.2025	2,3	1012,7	94,7	1,0	193,2	
23	04.01.2025	1,9	1011,9	85,1	1,7	242,5	
24	05.01.2025	5,7	992,2	88,4	0,6	204,7	
25	06.01.2025	11,1	984,2	89,1	1,3	213,6	
26	07.01.2025	5,3	993,5	72,5	2,6	266,1	
27	08.01.2025	2,8	996,2	75,5	1,7	259,3	
28	09.01.2025	0,7	995,4	84,8	1,0	209,9	
29	10.01.2025	1,3	1011,5	96,0	1,2	151,4	
30	11.01.2025	0,6	1019,7	85,6	0,8	245,1	
31	12.01.2025	1,8	1030,8	92,7	0,6	174,4	

* nur orientierend

Anhang 3 Benutzerhandbuch