

HORIBA

Immissions-Analysatoren

APDA-372 / APDA-372 E FEINSTAUB-MONITOR-SYSTEM



Bedienungsanleitung

Version: HE0050419, gültig ab Firmware-Version 100449

APDA-372 / APDA-372 E

Feinstaub-Monitor-System

Bedienungsanleitung

Vorwort

Diese Anleitung beschreibt die Bedienung des Feinstaub-Monitor-Systems, APDA-372 bzw. APDA-372E. Achten Sie darauf, dieses Handbuch vor der Verwendung des Produkts zu lesen, um den ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb des Gerätes zu gewährleisten. Auch sollten Sie das Handbuch sicher speichern damit es leicht verfügbar ist, wann immer erforderlich. Produkt-Spezifikationen und Aussehen, sowie der Inhalt dieses Handbuchs können ohne Vorankündigung geändert werden.

Garantie und Verantwortung

Das Ihnen gelieferte Produkt ist durch eine Garantie von HORIBA für einen Zeitraum von einem (1) Jahr abgedeckt. Bei Störungen oder durch HORIBA verursachten Schaden in diesem Zeitraum werden die notwendigen Reparaturen oder Austausch von Teilen kostenlos von HORIBA durchgeführt. Die Garantie erstreckt sich nicht auf folgendes:

- Jede Fehlfunktion durch unsachgemäßen Betrieb
- Jede Fehlfunktion durch Reparatur oder Modifikation einer nicht von HORIBA autorisierten Partei
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer ungeeigneten Umgebung
- Jede Fehlfunktion durch die Verletzung der in diesem Handbuch beschriebenen Anweisungen
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer Art und Weise, die nicht in diesem Handbuch beschrieben wurde
- Jede Fehlfunktion durch natürliche Katastrophen, Unfälle oder Missgeschicke, die nicht HORIBA betreffen
- Eine Verschlechterung im Aussehen durch Korrosion, Rost, und so weiter.
- Verbrauchsmaterial und Ersatz von Verbrauchsmaterialien
- Produkte von anderen Unternehmen

HORIBA haftet nicht für Schäden, die durch Fehlfunktionen des Produkts, jede Löschung von Daten oder andere Verwendungen dieses Produkt entstehen.

Marken

Andere in diesem Handbuch verwendete Warenzeichen, Firmennamen, Markennamen oder eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

Urheberrecht

Diese Bedienungsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Übersetzung sowie die Vervielfältigung und Verbreitung in jeglicher Form, auch in einer Bearbeitung oder in Auszügen, insbesondere als Nachdruck, photomechanische oder elektronische Wiedergabe oder in Form der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen oder Datennetzen ohne die Zustimmung des Urheberrechtsinhabers und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

CE-Konformitätserklärung

Das APDA-372 / APDA-372 E stimmt überein mit den Vorschriften der Europäischen Richtlinien:



Richtlinie:

EMV-Richtlinie	89/336/EG
Niederspannungs-Richtlinie	73/23/EG

Standards:

EMV-Richtlinie	EN61326-1: 2006 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
Niederspannungs-Richtlinie	EN61010-1: 2010 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Inhaltsverzeichnis

WICHTIG - Bitte beachten Sie!	9
1. Installation und erste Inbetriebnahme	11
1.1. Überprüfen der Netzspannung	11
1.2. Überprüfen der Vollständigkeit der Lieferung	11
1.3. Geräteübersicht.....	13
1.3.1. Vorderansicht der APDA-372 Steuereinheit.....	13
1.3.2. Rückansicht der APDA-372 Steuereinheit	13
1.3.3. Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit.....	14
1.3.4. APDA-372 E – Anschluss der externen Aerosolsensoreinheit.....	15
1.4. Erste Messung	16
2. Integration der Messeinrichtung in die Messtation	18
2.1. Allgemeines.....	18
2.2. Positionierung und Anschluss der APDA-372 Steuereinheit	18
2.3. Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes	20
2.4. Einschalten der Messeinrichtung	20
3. Systemanmerkungen	21
3.1. Auslieferungszustand der Messeinrichtung	21
3.2. Die promo.ini Datei	21
3.3. Aktivierung der Koinzidenzkorrektur.....	23
3.4. Ändern der Zeitbasis des gleitenden Mittelwertes für APDA-372 Messungen.....	26
3.5. Angewandte Korrekturen des Algorithmus, z. B. TÜV Korrektur für PM2.5 und PM10.....	31
3.6. Systemüberwachungsfunktionen	32
3.7. Systemänderungen und Installation zusätzlicher Software unter Windows	33
4. Wartung	34
5. Kalibrierung/Verifizierung des APDA-372	37
5.1. Dichtigkeitsprüfung.....	37
5.2. Durchflussüberprüfung / -kalibrierung.....	39
5.3. Überprüfung des Offsets des Partikelsensors	40
5.4. Überprüfung des Nullpunkts des Partikelsensors	41
5.5. Überprüfung der durchschnittlichen Partikelgeschwindigkeit	42
5.6. Überprüfung / Kalibrierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors	42
5.7. Überprüfung der Geschwindigkeit mit MonoDust Partikel.....	45
5.8. Sicherung der Daten	46
5.9. Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel.....	48
5.10. Reinigung des APDA-372.....	49
5.10.1. Reinigung des APDA-372 mit IADS	49
5.10.2. Für alle APDA-372 Systeme.....	49
5.11. Reinigung des Absaugfilters der internen Pumpe	51
5.12. Reinigung des Sigma-2 Kopfes.....	51
5.13. Ersetzen der O-Ring-Dichtung.....	52

5.14.	Wartung der Pumpenbaugruppe.....	53
6.	Partikelmessung mit dem APDA-372 System.....	54
6.1.	Besondere Eigenschaften des APDA-372 Systems.....	57
6.2.	Überblick über die einzelnen Messschritte.....	58
6.3.	Weitere Vorteile.....	61
6.4.	Begriffliche Definitionen.....	63
6.5.	Auswirkungen der Gerätekenngößen.....	63
7.	Sicherstellen korrekter Messbedingungen.....	65
8.	Technische Daten APDA-372 System:.....	66
9.	Anhänge:.....	68
9.1.	Feuchtekompensationsmodul IADS.....	68
9.2.	Sigma-2 Probenahmekopf.....	69
9.3.	Kompakte Wetterstation WS300/WS600-UMB.....	70
9.3.1.	Technische Daten der WS600-UMB.....	71
9.3.2.	Technische Daten der WS300-UMB.....	73

Abbildung Index

Abbildung 1: Komponenten eines APDA-372 Systems	11
Abbildung 2: Externe Aerosolsensoreinheit APDA-372 E.....	12
Abbildung 3: Vorderseite der APDA-372 Steuereinheit.....	13
Abbildung 4: Rückseite der APDA-372 Steuereinheit	13
Abbildung 5: Anschlussmöglichkeiten auf der Rückseite der APDA-372 Steuereinheit.....	14
Abbildung 6: Anschluss der externen Aerosolsensoreinheit	15
Abbildung 7: Startbildschirm	16
Abbildung 8: Datenübersicht, z. B. PM Werte	17
Abbildung 9: Verbinden der Wetterstation, IADS mit den Anschlüssen auf der Rückseite.....	18
Abbildung 10: Verbinden des Probenahmerohres mit dem Probeinlassführungsrohr und der Steuereinheit.....	19
Abbildung 11: links falsche Position des Probenahmerohres, rechts richtige Position	19
Abbildung 12: Interne Fixierung des Probenahmerohres	20
Abbildung 13: Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes	20
Abbildung 14: Hauptmenu	23
Abbildung 15: Passworteingabe für Zugang zu Expert User Menu	23
Abbildung 16: Expert User Menu	24
Abbildung 17: System menu.....	24
Abbildung 18: Advanced system settings.....	25
Abbildung 19: Statistics reiter	25
Abbildung 20: Windows Desktop	26
Abbildung 21: Startup Ordner	27
Abbildung 22: Fidas Ordner.....	28
Abbildung 23: Die promo.ini Datei	29
Abbildung 24: Startup-Manager	32
Abbildung 25: Statusübersicht	35
Abbildung 26: Bildschirmdarstellung während des automatischen Offsetabgleichs	41
Abbildung 27: Bildschirmdarstellung während der Kalibrierung	43
Abbildung 28: Auszug TÜV Rheinland Report 936/21226418/C	45
Abbildung 29: (A-C) Entfernen des Filterhalters.....	48
Abbildung 30: (A and B) Aufbau des Filterhalters	48
Abbildung 31: Verbindung des Sensoreingangs mit Feuchtekompensationsmodul IADS	49
Abbildung 32: (A-C) Entfernen des Filters.....	49
Abbildung 33: Lösen der M3 Kreuzschlitzschrauben	50
Abbildung 34: Herausnehmen des Aerosolführungsrohres.....	50
Abbildung 35: Optisches Tuch	50
Abbildung 36: Optische Gläser im Innern des Aerosolsensors.....	50
Abbildung 37: Entfernen der Schutzkappe	51
Abbildung 38: Filter ohne Schutzkappe.....	51
Abbildung 39: Herausnehmen des Filters.....	51
Abbildung 40: Ausgebauter Filter und Schutzkappe	51
Abbildung 41: Dichtungsringset für den APDA-372	52
Abbildung 42: Absolutfilterhalter	52
Abbildung 43: Aerosoleinlass, Sensoreinlass.....	52
Abbildung 44: Aufbau des Sensors des APDA-372 Messsystems	54
Abbildung 45: Veranschaulichung der T-Blende	54
Abbildung 46: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion.....	55

<i>Abbildung 47: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel.....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 48: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 49: Straßen nahe Messung des APDA-372.....</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 50: verwendete Durchdringungskurven.....</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 51: verwendete Durchdringungskurven.....</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 52: Zusätzliche Information durch Partikelgrößenverteilungen.....</i>	<i>61</i>
<i>Abbildung 53: Sigma-2 Probenahmekopf.....</i>	<i>68</i>
<i>Abbildung 54: APDA-372 Steuereinheit, Aerosolsensor mit IADS.....</i>	<i>68</i>
<i>Abbildung 55: IADS Verlängerung mit Außenrohr</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 56: Sigma-2 Probenahmekopf.....</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 57: Kompakte Wetterstation WS600-UMB.....</i>	<i>70</i>



WICHTIG - Bitte beachten Sie!

- Bitte überprüfen Sie sofort nach dem Auspacken, ob das Gerät äußerlich erkennbare Transportschäden aufweist. Sind Beschädigungen zu erkennen, darf das Gerät aus Sicherheitsgründen auf keinen Fall in Betrieb genommen werden. Bitte halten Sie in diesem Fall Rücksprache mit dem Hersteller.
- Nehmen Sie APDA-372 / APDA-372 E erst nach gründlichem Studium der Bedienungsanleitung in Betrieb!
- Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Inbetriebnahme, Anwendung, Reinigung, Bedienungsfehler oder die Messung an Aerosolen entstehen, für deren Gaszustand und -zusammensetzung das Gerät nicht spezifiziert ist.
- Das Gerät darf nur unter atmosphärischem Umgebungsdruck und bei Temperaturen am Aufstellungsort von +5°C bis +40°C betrieben werden.
Für den Betrieb unter anderen Umgebungsbedingungen wie z.B. in korrosiven oder explosiven Umgebungen, in starken elektrischen oder elektromagnetischen Feldern, in Bereichen mit ionisierender Strahlung sowie in Bereichen mit Schock- und Vibrationsbelastung wird vom Hersteller keine Funktionsgarantie übernommen.
- **Zum Ausschalten der APDA-372Steuereinheit muss der Button "shut down" betätigt werden, APDA-372 schaltet sich dann automatisch aus. Erst wenn das Betriebssystem heruntergefahren ist, darf der Netzschalter betätigt werden, da sonst Datenverluste drohen!**
- **APDA-372 ist vom Hersteller für die bei der Bestellung angegebene Netzspannung fest eingestellt worden. Bitte überprüfen Sie, ob die auf dem Typenschild angegebene Netzspannung mit der Netzspannung am vorgesehenen Einsatzort übereinstimmt.**
- Nur Originalersatzteile verwenden! Bitte setzen Sie sich bei Bedarf mit dem Hersteller in Verbindung.
- Das Messverfahren des APDA-372-Systems ist nicht gravimetrisch, sondern eine Äquivalenzmethode. Daher kann eine exakte Übereinstimmung zur Gravimetrie nicht in jedem Falle garantiert werden.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen Referenzverfahren für PM10 und PM2.5 nach DIN EN 12341: 2014 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.



Achtung: Aerosole können je nach Art gesundheitsschädlich sein. Deshalb sollten sie nicht eingeatmet werden. Bei gefährlichen Stoffen ist außerdem auf entsprechende Schutzkleidung (Atemschutzmaske) zu achten. Bitte beachten Sie die entsprechenden Richtlinien und Unfallverhütungsvorschriften.

- Allgemeine Hinweise zu optischen Partikelzählern, wie z. B. Auflösungsvermögen, Zählwirkungsgrad, Nachweisgrenze, finden sich in der VDI-Richtlinie 3489, Blatt 3.
- **Das APDA-372 wird in dem Zustand verschickt, in dem es am TÜV Äquivalenztest teilgenommen hat. Dies gilt ebenso für die Geräteversion APDA-372 E. Wenn Korrekturen an diesem Zustand vorgenommen werden sollen, bitte Kapitel 3.5 berücksichtigen.**

1. Installation und erste Inbetriebnahme

1.1. Überprüfen der Netzspannung

Das Gerät ist vom Hersteller für die bei der Bestellung angegebene Netzspannung fest eingestellt worden. Bitte überprüfen Sie, ob die auf dem Typenschild angegebene Netzspannung mit der Netzspannung am vorgesehenen Einsatzort übereinstimmt. Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch den Betrieb an falscher Netzspannung hervorgerufen werden!!!

1.2. Überprüfen der Vollständigkeit der Lieferung

Für einen Transport des APDA-372 durch ein Lieferunternehmen ist das APDA-372 System in Komponenten zerlegt worden. Vor einer ersten Inbetriebnahme muss das System wieder zusammengesetzt werden. Folgende Teile sollten vorhanden sein:

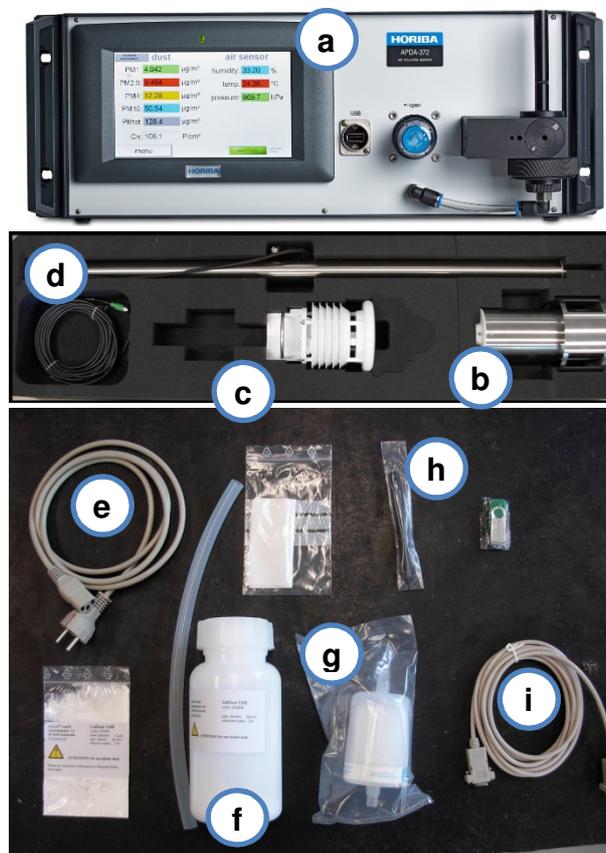


Abbildung 1: Komponenten eines APDA-372 Systems

Für alle Versionen sollten folgende Komponenten und Dokumentation vorhanden sein (die Buchstaben in Klammern beziehen sich auf die Angaben in Abbildung 1).

- APDA-372 Steuereinheit **(a)**
- Aerosoleinlassführungsrohr
- Netzkabel **(e)**
- Plastikschlauch ca. 30 cm für Kalibrierung und Verifikation
- Flasche MonoDust 1500 für Kalibrierung und Verifikation **(f)**
- Nachfüllpäckchen MonoDust 1500
- Reinigungsset bestehend aus optischen Tüchern
- Nullfilter **(g)**
- Bedienungsanleitung APDA-372 Feinstaubmonitorsystem gedruckt
- Beschreibung APDA-372 Firmware gedruckt
- Bedienungsanleitung PDAnalyze gedruckt
- Bedienungsanleitung Wetterstation WS300-UMB bzw. WS600-UMB
- Kalibrierzertifikat gedruckt
- CD oder USB-Stick mit Auswertesoftware PDAnalyze
- Serielles Kabel (Nullmodem) **(i)**
- Pointer für Touchscreen **(h)**

Zusätzlich sind folgende weitere Komponenten im Lieferumfang enthalten:

Alle Versionen:

- Wetterstation WS300-UMB **(c)** – optional stattdessen auch WS600-UMB
- Probenahmerohr mit IADS **(d)**
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr
- Probenahmekopf Sigma-2 **(b)**
- Fixierung des Probenahmerohres am Gehäuse

Nur APDA-372 E:

- Externe Aerosolsensoreinheit mit Anschlussleitungen

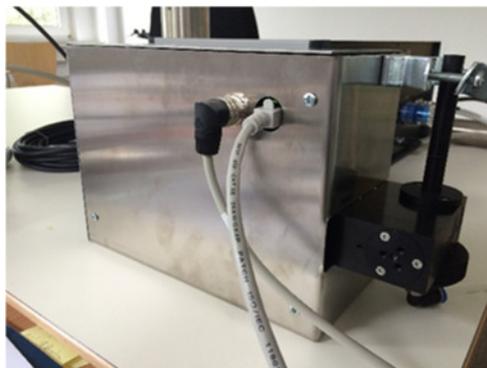


Abbildung 2: Externe Aerosolsensoreinheit APDA-372 E

1.3. Geräteübersicht

1.3.1. Vorderansicht der APDA-372 Steuereinheit



Abbildung 3: Vorderseite der APDA-372 Steuereinheit

Die Bedienung des APDA-372 Gerätes erfolgt über einen Touchscreen (siehe hierzu gesonderte Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware für detaillierte Informationen zur Benutzeroberfläche).

Über den USB Anschluss können die Daten ausgelesen und mit der zusätzlichen PDAnalyze Software (ist im Lieferumfang enthalten) an einem externen PC weiterverarbeitet werden. Zudem können die Daten via RS-232 oder Ethernet Anschluss und eines der möglichen Kommunikationsprotokolle übermittelt werden.

1.3.2. Rückansicht der APDA-372 Steuereinheit



Abbildung 4: Rückseite der APDA-372 Steuereinheit

Die Steuereinheit wird am Netzschalter ein- bzw. ausgeschaltet. Das Gerät besitzt zwei Sicherungen, T 2 A / 250 V, die auf der Rückseite angebracht sind.

Die LED wird mit dem Netzschalter eingeschaltet. Der Betriebsstundenzähler läuft, solange das Gerät an ist. Die Lichtquelle hat eine Lebensdauer (MTTF) von >20.000 Betriebsstunden. Im APDA-372 wird die LED mit 20 % Leistung und einer kontrollierten geringeren Temperatur betrieben, was die Lebensdauer erheblich verlängert.

1.3.3. Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit



Abbildung 5: Anschlussmöglichkeiten auf der Rückseite der APDA-372 Steuereinheit

Im rechten Sektor der Rückseite befinden sich folgende Anschlussmöglichkeiten:

- **Netzwerk**, zur Verbindung des APDA-372 Systems an ein Netzwerk, z. B. für Online-Servicesupport und für Übertragung von Softwareupdates
- **USB-Eingang**, z.B. für den Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus bzw. USB-Stick an die APDA-372 Steuereinheit
- Modbus über **RS 232** Verbindung für Fernabfrage der Messwerte und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess)
- **Anschluss für die Wetterstation WS300-UMB bzw. WS600-UMB** zur Aufnahme von:
 - ➔ Temperatur
 - ➔ Feuchte
 - ➔ Druck
 - ➔ Windstärke (nur WS600-UMB)
 - ➔ Windrichtung (nur WS600-UMB)
 - ➔ Niederschlagsmenge (nur WS600-UMB)
 - ➔ Niederschlagsart (nur WS600-UMB)
- **Eingang für externe Sensoren** zur Aufnahme der Temperatur und der relativen Feuchte
- **Eingang für externen Sensor** zur Aufnahme des barometrischen Druckes
- **Anschluss für das Feuchtekompensationsmodul IADS** (Intelligent Aerosol Drying System)

1.3.4. APDA-372 E – Anschluss der externen Aerosolsensoreinheit

Beim APDA-372 E ist die komplette Aerosolsensoreinheit von der Steuereinheit abgetrennt und in einem separaten Gehäuse untergebracht, so dass ein flexibler Einbau in einer Messstation leicht möglich ist. Die Verbindung zwischen Steuereinheit und Sensoreinheit wird über insgesamt 3 Anschlussleitungen realisiert:

- Anschlusskabel zur Datenübertragung (LAN Kabel)
- Anschlusskabel zur Energieversorgung / Temperaturmessung der LED
- Schlauchverbindung für den Probenstrom

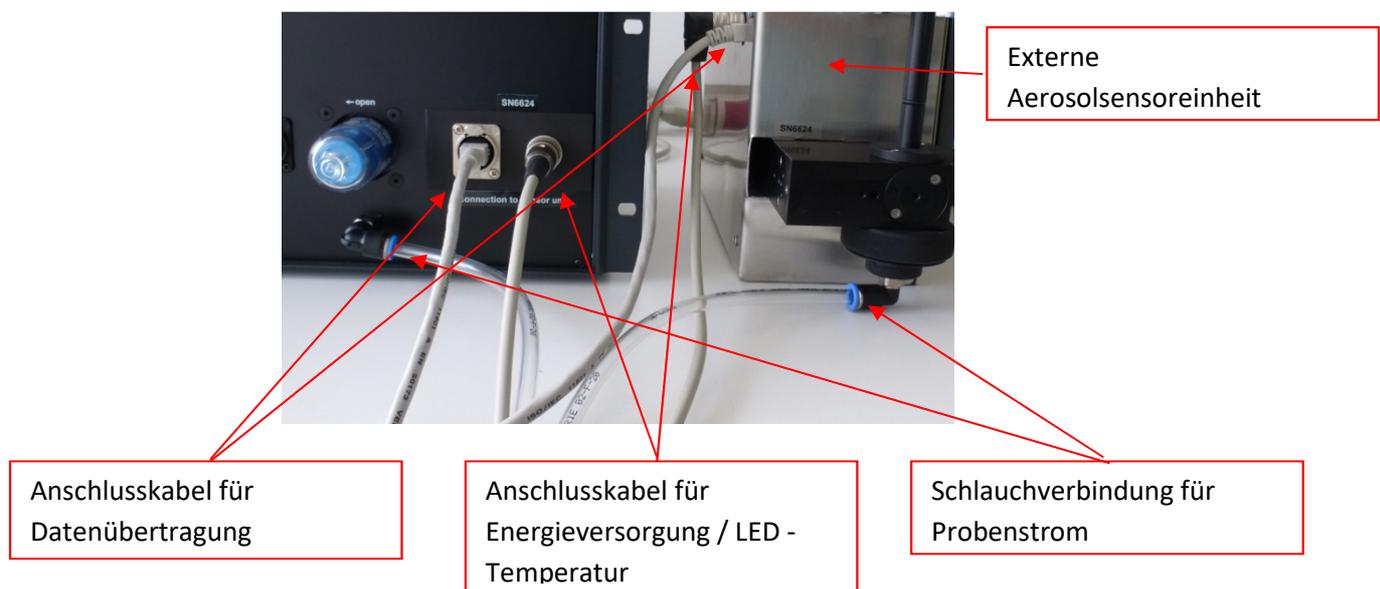


Abbildung 6: Anschluss der externen Aerosolsensoreinheit

Die Standardlänge der Anschlussleitungen beträgt 3 m (andere Längen auf Anfrage möglich).

Die weitere Installation / Anschluss der Messeinrichtung erfolgt wie bei APDA-372.

Die Messeinrichtung APDA-372 E ist rückbaubar in die Messeinrichtung APDA-372, d.h. der externe Sensor kann auch wieder in die Steuereinheit zurück eingebaut werden.

1.4. Erste Messung

Schalten Sie das Gerät ein (I/O-Schalter auf der Geräterückseite der APDA-372 Steuereinheit). Mit dem Einschalten des Gerätes startet automatisch der Messvorgang. Auch alle gewonnenen Daten werden automatisch im internen Speicher abgelegt. Nach dem Starten des Gerätes erscheint der Startbildschirm (siehe Abbildung 6).

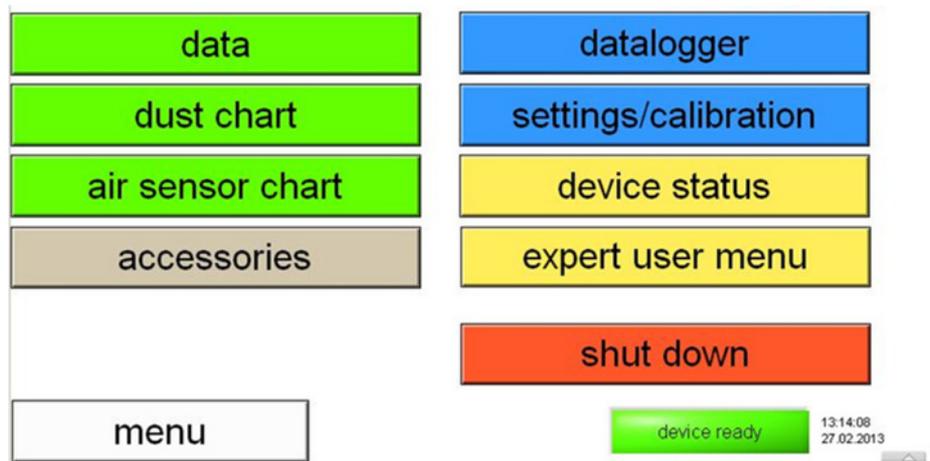


Abbildung 7: Startbildschirm

Über das Touchdisplay kann nun zwischen den einzelnen Darstellungsmöglichkeiten gewechselt werden.

Abbildung 7 zeigt als Beispiel die Übersicht der:

Staubwerte

- ➔ PM1
- ➔ PM2,5
- ➔ PM4
- ➔ PM10
- ➔ PM total (Gesamtmassenkonzentration)
- ➔ Cn: Partikelkonzentration in P/cm³

Luftsensoren: (Daten der Wetterstation)

- ➔ Relative Feuchte
- ➔ Temperatur
- ➔ Barometrischer Luftdruck

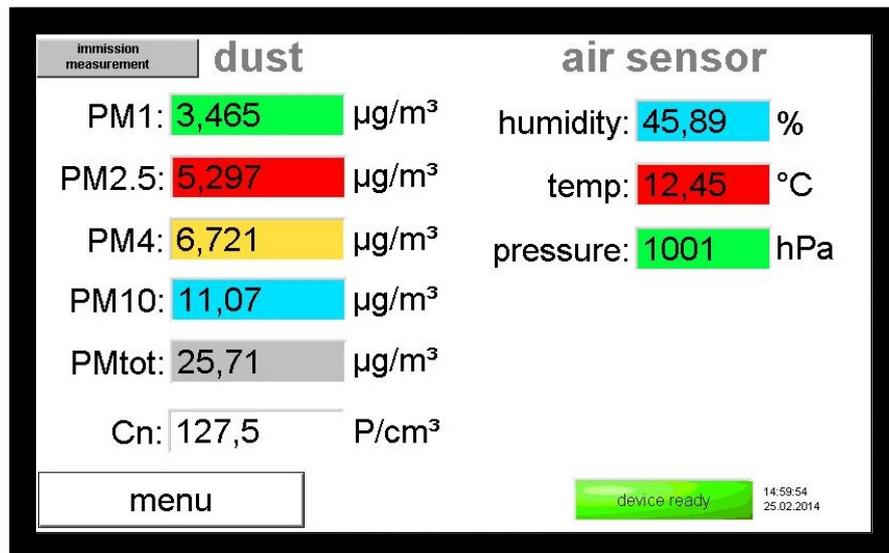


Abbildung 8: Datenübersicht, z. B. PM Werte

Nähere Informationen entnehmen Sie bitte der separaten Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware. Bitte beachten: Der Wert „NaN“ (keine Zahl) erscheint kurz nach dem Anschalten des Gerätes und vor der ersten Messung oder während der Kalibrierung oder Wartung.

2. Integration der Messeinrichtung in die Messtation

2.1. Allgemeines

Die Messeinrichtung APDA-372 bzw. APDA-372 E ist für die Aufstellung in einer temperaturkontrollierten Umgebung (klimatisierte Messstation oder ähnliches) konzipiert. Die Messeinrichtung kann in einem Geräterack oder auf einer Tischplatte installiert werden.

Dieses Kapitel beschreibt die insbesondere speziellen Maßnahmen zur Installation und zum Anschluss der APDA-372 Steuereinheit am Aufstellungsort. Etwaige notwendige Maßnahmen zur Dachdurchführung des Probenahmerohres sowie zur Anbringung der Wetterstation sind installationsabhängig und nicht in dieser Bedienungsanleitung aufgeführt. Sie sind entsprechend im Einzelfall festzulegen.

Bei der Montage des Probenahmerohres / Probenahmekopfes am Aufstellungsort sind die entsprechenden behördlichen bzw. gesetzlichen Vorgaben (z.B. nach Richtlinie 2008/50/EG Anhang III) an Einlasshöhe, freie Anströmbarkeit, Abstände zu Quellen etc. zu berücksichtigen.

2.2. Positionierung und Anschluss der APDA-372 Steuereinheit

Positionieren Sie die Steuereinheit so, dass Sie mit der Öffnung des Probearbeitungsrohres genau unterhalb des Probenahmerohres ist (siehe Abbildung 9). Dazu müssen Sie zuvor das Probenahmerohr angehoben haben. Führen Sie dann vorsichtig (!) das Probenahmerohr über das Probearbeitungsrohr wie in Abbildung 10 gezeigt. Das Probenahmerohr sollte dabei möglichst senkrecht sein, ggfs. müssen Sie die Position der Steuereinheit entsprechend ändern.

Verbinden Sie dann die Kabel von der Wetterstation und dem IADS (Probenahmerohr) mit den dafür vorgesehenen und bezeichneten Anschlüssen (Ort kann von dem in Abbildung 9 gezeigten je nach Modell abweichen). Verbinden Sie auch das Netzkabel (und gegebenenfalls auch ein Netzwerkkabel), aber schalten Sie das APDA-372 noch nicht ein!



Abbildung 9: Verbinden der Wetterstation, IADS mit den Anschlüssen auf der Rückseite

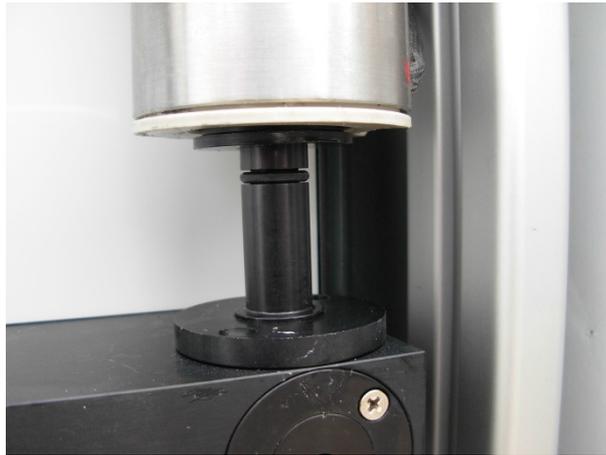


Abbildung 10: Verbinden des Probenahmerohres mit dem Probeinlassführungsrohr und der Steuereinheit

Fahren Sie damit fort, bis das Probenahmerohr auf der Sensoreinheit aufliegt, d. h. es sollte kein Spalt mehr vorhanden sein. Abbildung 11 rechts zeigt die korrekte Position.



Abbildung 11: links falsche Position des Probenahmerohres, rechts richtige Position

Befestigen Sie dann vorsichtig die Schellen der Halterung etwas oberhalb:



Abbildung 12: Interne Fixierung des Probenahmerohres

Nur APDA-372 E:

Verbinden Sie die APDA-372 Steuereinheit über die Verbindungsleitungen mit dem externen Aerosolsensor wie in Kapitel 1.3.4 beschrieben.

2.3. Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

Schieben Sie den Sigma-2 Probenahmekopf auf das Verbindungsstück zum Probenahmerohr (er sollte komplett auf dem Probenahmerohr aufliegen) und fixieren Sie dann den Probenahmekopf mit der 2er Inbusschraube (siehe Abbildung 13).

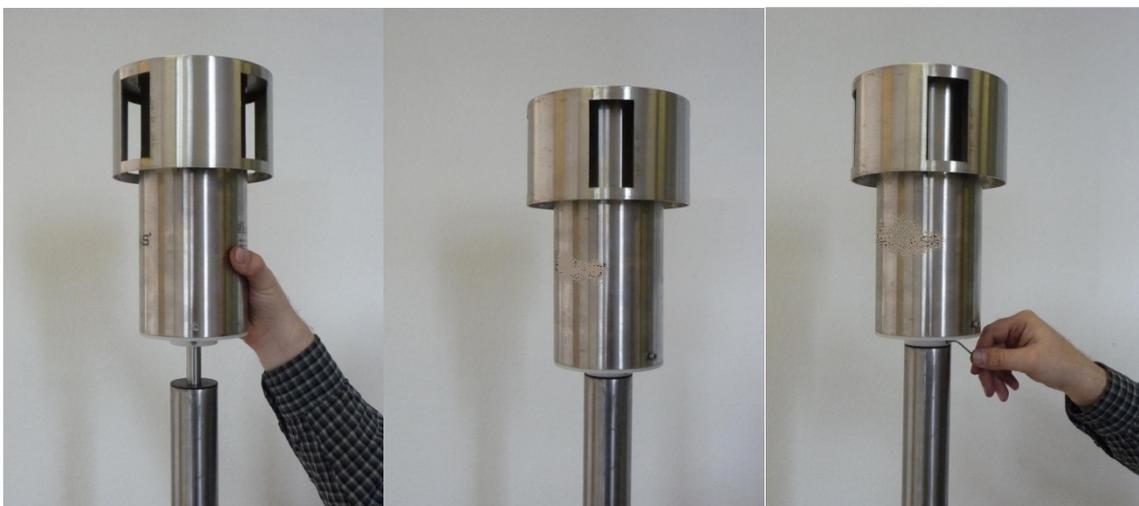


Abbildung 13: Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

2.4. Einschalten der Messeinrichtung

Betätigen Sie dann den Netzschalter auf der Rückseite des APDA-372 Steuereinheit. Nach dem Hochfahren des Windows Betriebssystems und des APDA-372 Start-up Managers sehen Sie den Bildschirm mit den verschiedenen PM-Fraktionen, der Partikelanzahlkonzentration und den Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Feuchte, Luftdruck). Für die ersten Werte der PM-Fraktionen müssen Sie aufgrund der Mittelung etwa 4 Minuten warten.

3. Systemanmerkungen

3.1. Auslieferungszustand der Messeinrichtung

Der Auslieferungszustand des APDA-372 entspricht dem Zustand der Messeinrichtung während der Eignungsprüfung mit den folgenden Standardeinstellungen:

Nr.	Parameter	Standardeinstellung
1	Auswertealgorithmus	PM_ENVIRO_0011
2	Betriebsmodus bei Start	Auto
3	Integrationszeit (Zeitbasis gleitender Mittelwert PM)	900 s
4	IADS-Modus bei Start	1 (remove volatile / moisture compensation)
5	Steigungsfaktor für PM-Fraktionen	1
6	Offsetfaktor für PM-Fraktionen	0
7	Temperaturkompensationsfaktor	0,17 (APDA-372) bzw. 0,19 (APDA-372 E)
8	Passwort für „Expert User Menu“	-1
9	Koinzidenzkorrektur	Nicht aktiv
10	Geschwindigkeitskorrektur (Velocity)	Nicht aktiv

3.2. Die promo.ini Datei

Die promo.ini Datei beinhaltet wichtige Einstellungen für die APDA-372 Benutzeroberfläche. Eine detaillierte Vorstellung der Eintragungen in der promo.ini Datei wird unten gezeigt. Bitte seien Sie sich bewusst, dass fast alle Änderungen starke Auswirkungen auf die Firmware haben, so dass Änderungen auf ein absolutes Minimum begrenzt und nur dann durchgeführt werden sollten, wenn die Auswirkungen nachvollzogen werden können.

[Erläuterung:](#)

[Bitte beachten:](#) Eintragungen die das APDA-372 nicht betreffen sind durchgestrichen

```
[system]
type=Fidas 200
ser#=XXXX
password=yxcvbXXXX
user_device#=#
```

Modell, bitte beachten Sie, dass APDA-372 und APDA-372 E auch als Fidas 200 angezeigt wird
 Seriennummer des Gerätes [BITTE NICHT ÄNDERN!]
 Passwort für den internen Gebrauch [BITTE NICHT ÄNDERN!]
 Benutzerdefinierte Kennung (3 Stellen)

```
[plugin]
Promo 3000_enabled=no
Fidas 100_enabled=yes
Fidas 200/210_enabled=yes
Fidas 300/310_enabled=yes
Fidas mobile_enabled=no
Nanoco 100_enabled=no
Nephel 100_enabled=no
stop_enabled=yes
start_enabled=yes
```

Plugins (Top Level Benutzeroberfläche) die ein- bzw. ausgeschaltet sind
 [BITTE NICHT ÄNDERN!]

```
[my-palas.com]
my-palas.com_autostart=no
```

Verbindet sich automatisch nach jedem Start mit der Palas® Internetseite für den Daten-
 upload und die Fernwartung - Voraussetzung: Gerät ist auf der Palas® Internetseite registriert

[Fidas]	
velocity_calibrated=9.3 m/s	Eintragung "Velocity_Average", ermittelt am Installationsort gemäß Kapitel 5.5
PM10_slope=1.000	Eintrag von Steigungs- und Offsetfaktoren für PM-Fraktionen möglich
PM10_intercept=0	(z.B. aus TÜV-Bericht 936/21226480)
PM4_slope=1.000	
PM4_intercept=0	
PM2.5_slope=1.000	
PM2.5_intercept=0	
PM1_slope=1.000	
PM1_intercept=0	
PMtotal_slope=1.000	
PMtotal_intercept=0	
PM_alternative=yes	Anzeige alternativer PM-Werte unter "accessories" ist aktiv
PM_volatile=no	
textfile=yes	Datenaufzeichnung in Textdatei ist aktiv
textfile_interval=60s	Aufzeichnungsintervall für Datenaufzeichnung in Textdatei
PM_autoadjust=no	[BITTE NICHT ÄNDERN!]
gravimetric_correction_factor=1.00	
IADS_modus=1	Betriebsmodus der IADS
dust_type=2	[BITTE NICHT ÄNDERN!]
sensor_selection=2	[BITTE NICHT ÄNDERN!]
automated_cleaning=no	Automatische Reinigung ist nicht aktiv
alarm_threshold=99999 µg/m ³	Grenzwert der PM-Fraktion, welche den digitalen Alarm steuert (digital out)
alarm_value=PM10	Festlegung der PM-Fraktion, die den Alarm steuert
alarm_email_address=""	E-Mail Adresse, an die eine Nachricht im Falle einer Fehlermeldung geschickt wird
password_service=-1	Passwort für den "Expert User Mode"
calibration_IADS_restrict=yes	Freigabe Kalibrierung nur, wenn Solltemperatur erreicht
calibration_temperature=50	Solltemperatur IADS für Kalibrierung (35°C oder 50°C)
[Promo3000]	
interval=300	
sensor1=15.000000	
sensor2=33.000000	
[hardware]	
weatherstation_connected=yes	Wetterstation ist angeschlossen
weatherstation_comport=4	COM-Port der angeschlossenen Wetterstation
weatherstation_scale_T=1	Eintrag von Steigungs- und Offsetfaktoren möglich zur Justierung der Wetterstation
weatherstation_scale_p=1	aus Vergleich mit Transferstandard
weatherstation_scale_h=1	
weatherstation_offset_T=0	
weatherstation_offset_p=0	
weatherstation_offset_h=0	
weatherstation_equation= x_corr=scale*x+offset	Angewandte Funktion zur Kalibrierung der Wetterstation
GPS_connected=no	GPS wird aktuell nicht unterstützt
GPS_comport=8	GPS wird aktuell nicht unterstützt
discmini_connected=no	DISCmini ist nicht angeschlossen
discmini_comport=81	COM-Port des DISCmini
discmini_interval=300s	Zeitintervall der gemeldeten Daten des DISCmini
[UF-CPC]	
liquid_pump_impulsinterval=45s	
liquid_pump_impulsamplitude=0.5V	
[settings]	
sensor_selection=2	[BITTE NICHT ÄNDERN!]
PM_interval=900s	Zeitintervall für gleitenden Mittelwert der PM-Fraktionen (gemäß TÜV-Prüfung 900s)
IP_UDP_broadcast=127.0.0.1	UDP Adresse zur Übertragung von Daten
PLC_interface=1	Ausgewähltes Kommunikationsprotokoll bei Start (Legende siehe unten)
temperature_compensation=yes	LED Temperaturkontrolle [BITTE NICHT ÄNDERN!]
temperature_slope=0.17	Setting 0.17 für APDA-372 und 0.19 für APDA-372 E [BITTE NICHT ÄNDERN!]
velocity_correction=yes	Dynamische Randzonenkorrektur [BITTE NICHT ÄNDERN!]
velocity_calibration_enabled=no	[BITTE NICHT ÄNDERN!]
flow_calibration_enabled=yes	Kalibrierung der Durchflussrate ist möglich (Schaltfläche unter "sensor calibration")
server_IP_accesslist=*	
RSBaudRate=9600	Baudrate für Datenübertragung
BayernHessen_DA_commmand=60>60,61>61,62>62,63>63,64>64,65>	Einblendung Adresse für Bayern-Hessen-Protokoll

Ausgewähltes Kommunikationsprotokoll beim Start:

- 0 Modbus
- 1 Bayern/Hessen
- 2 UDP ASCII
- 3 UDP Einzelpartikel Datenfluss
- 4 Modbus mit UDP
- 5 Serielles ASCII

3.3. Aktivierung der Koinzidenzkorrektur

Im Auslieferungszustand des APDA-372 ist als Standardeinstellung die Koinzidenzkorrektur **nicht** eingeschaltet. Dies entspricht auch der Einstellung in der Eignungsprüfung.

Wenn das APDA-372 an Standorten genutzt wird, an denen signifikant hohe Konzentrationen auftreten und wenn das APDA-372 einen Koinzidenzwert höher als 10 % misst, kann es notwendig sein, die Koinzidenzkorrektur einzuschalten, um den Originalkonzentrationsbereich von 0 auf 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ signifikant zu erweitern. Die folgenden Schritte erklären, wie die Koinzidenzkorrektur eingeschaltet wird.

Nach dem Starten des APDA-372 befinden Sie sich im Hauptmenü (Abbildung 14):

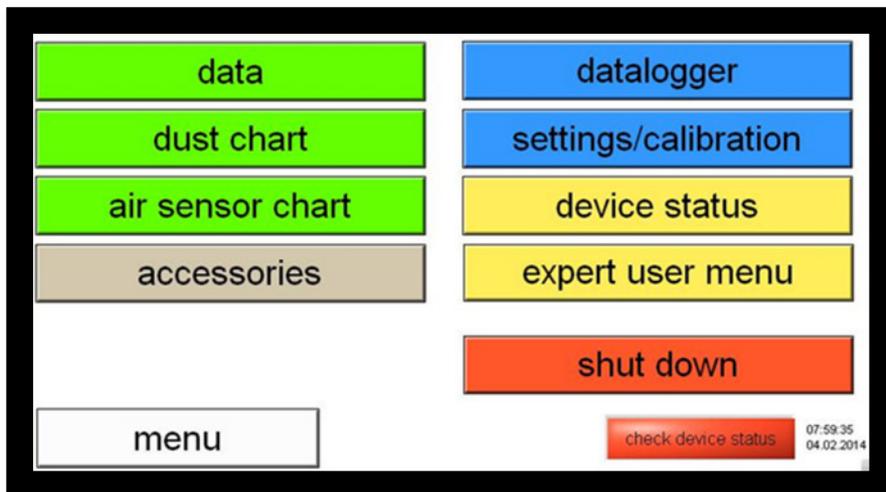


Abbildung 14: Hauptmenü

Wechseln Sie zum Expertenmenü durch Anklicken des Buttons "expert user menu", dann geben Sie die "1" folgend auf "-" ein und klicken auf "accept" (Abbildung 15):

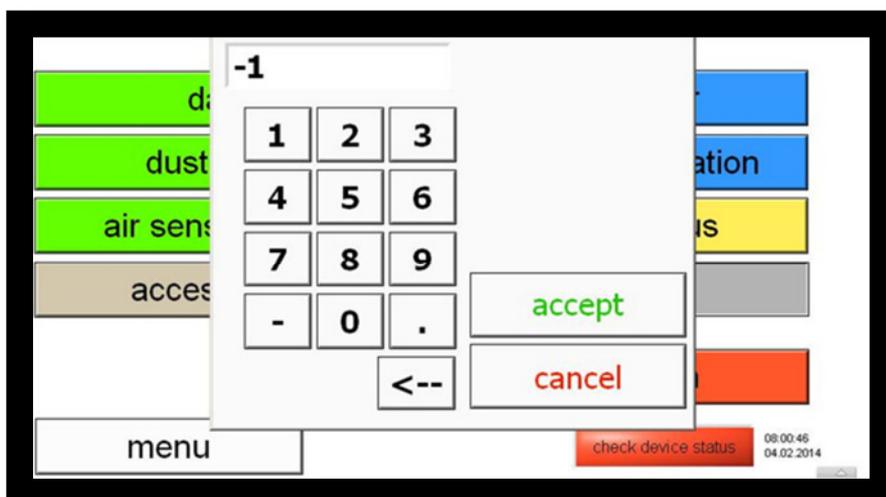


Abbildung 15: Passworteingabe für Zugang zu Expert User Menu

Sie befinden sich nun im Expertenmenü (Abbildung 16). Von hier aus gelangen Sie zum APDA-372 Hauptmenü zurück, in dem Sie auf den grünen APDA-372 -Balken im oberen linken Bereich klicken. Bitte klicken Sie auf "system" um fortzufahren:

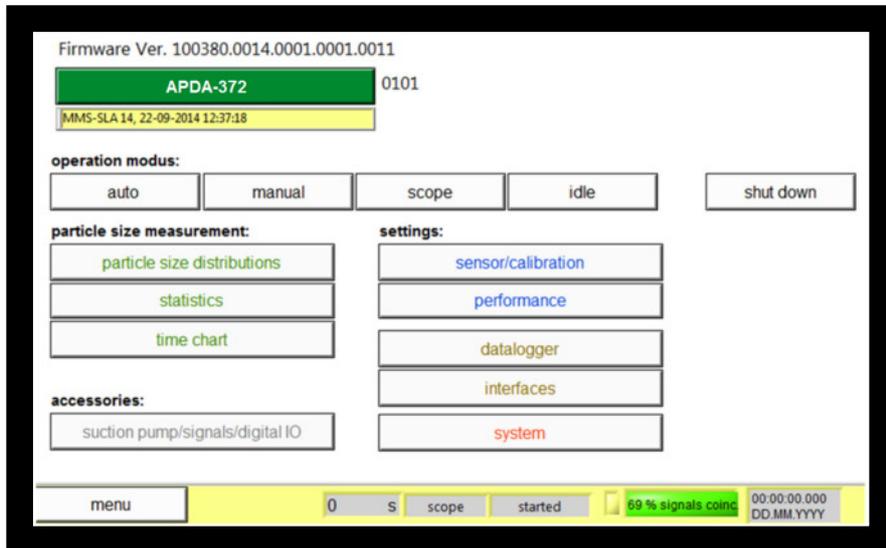


Abbildung 16: Expert User Menu

Sie befinden sich jetzt im "system"-Bildschirm (Abbildung 17). Fahren Sie fort, in dem Sie den Button "advanced system settings" anklicken:

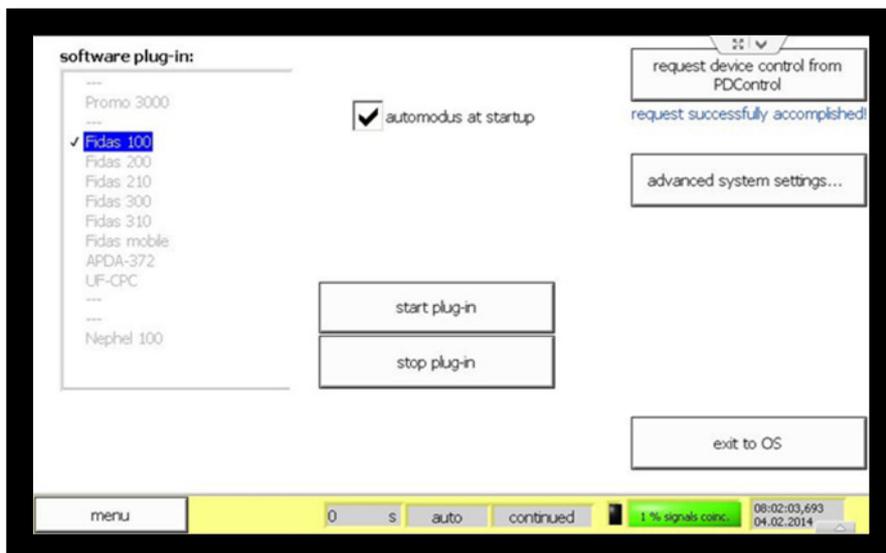


Abbildung 17: System menu

Sie befinden sich nun im "advanced system settings"-Bildschirm (Abbildung 18). Bitte schließen Sie nun eine USB-Tastatur an und stellen Sie sicher, dass diese vom System erkannt wird (typischerweise durch Hören eines Klingeltons). Dann klicken Sie auf "c" auf dieser Tastatur. Dies öffnet einen versteckten Kalibrierbildschirm mit verschiedenen Reitern.



Vorsicht:

Bitte ändern Sie nichts anderes als unten beschrieben, andernfalls riskieren Sie, dass Ihr Gerät nicht mehr einwandfrei funktioniert!

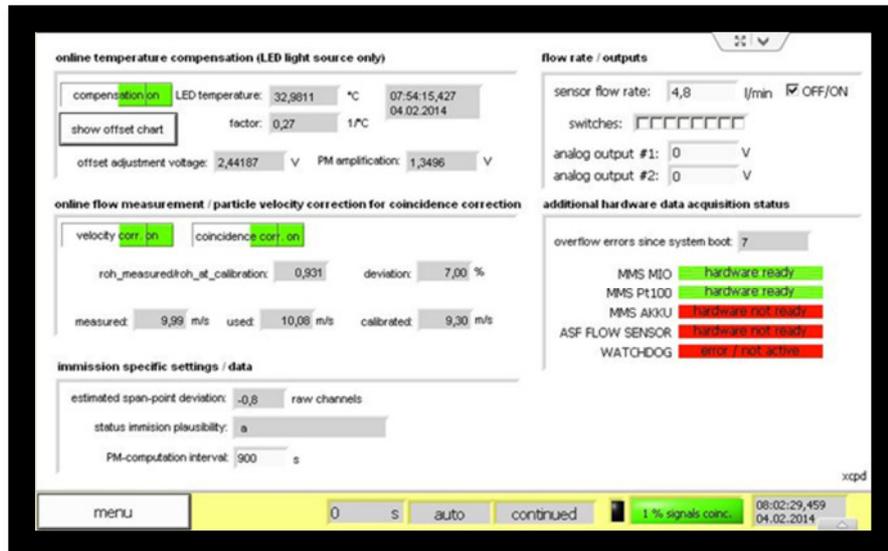


Abbildung 18: Advanced system settings

Sie befinden sich nun im versteckten Kalibrierbildschirm. Wechseln Sie zum Reiter “statistics” und aktivieren Sie die “coincidence correction T-aperture (C-factor + T-shape)”. Dann klicken Sie auf “save for selected settings only” gefolgt von “close” (Abbildung 19).

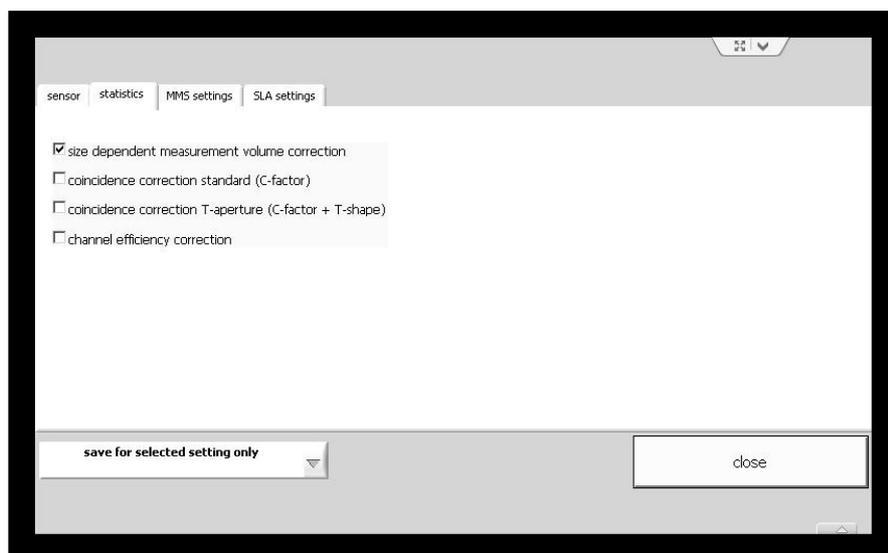


Abbildung 19: Statistics reiter

3.4. Ändern der Zeitbasis des gleitenden Mittelwertes für APDA-372 Messungen

Die PM-Werte werden auf Basis eines gleitenden Mittelwertes mit einer Zeitbasis von 900 s gemessen. Das ist die gleiche Zeitbasis, die auch beim TÜV-Äquivalenz- und Eignungstest angewendet wurde. Wenn Sie die Zeitbasis ändern, seien Sie sich bitte bewusst, dass dann die Konfiguration vom zertifizierten Status abweicht und es keine Informationen zu den Auswirkungen dieser Änderung gibt, d. h. weder die Korrelation noch die Gravimetrie wird aufrecht erhalten.



Vorsicht:

Wird dieser Wert verändert, geschieht dies auf eigenes Risiko des Anwenders.

Jedoch kann es unter bestimmten Umständen von Vorteil sein, die Zeitbasis zu ändern. Die folgenden Schritte erläutern, wie die Zeitbasis geändert werden kann:

- Nach dem Starten des APDA-372 befinden Sie sich im Hauptmenü (siehe Abbildung 14).
- Wechseln Sie zum Expertenmenü durch Anklicken des Buttons "expert user menu", dann geben Sie die "1" folgend auf "-" ein und klicken auf "accept" (siehe Abbildung 15).
- Sie befinden sich nun im Expertenmenü (Abbildung 16). Von hier aus gelangen Sie zum APDA-372 Hauptmenü zurück, in dem Sie auf den grünen APDA-372-Balken im oberen linken Bereich klicken. Bitte klicken Sie auf "system" um fortzufahren:
- Sie befinden sich nun im "system" Bildschirm (siehe Abbildung 17). Fahren Sie fort, in dem Sie auf "exit to OS" klicken, um Zugang zum Windows Betriebssystem zu erhalten.
- Auf dem Windows Desktop sehen Sie ein Symbol und einen Ordner. Mit dem Symbol "Shortcut to startupmanager" können Sie die APDA-372 Benutzeroberfläche neu starten. Bitte klicken Sie den "startup" Ordner an (siehe Abbildung 20)

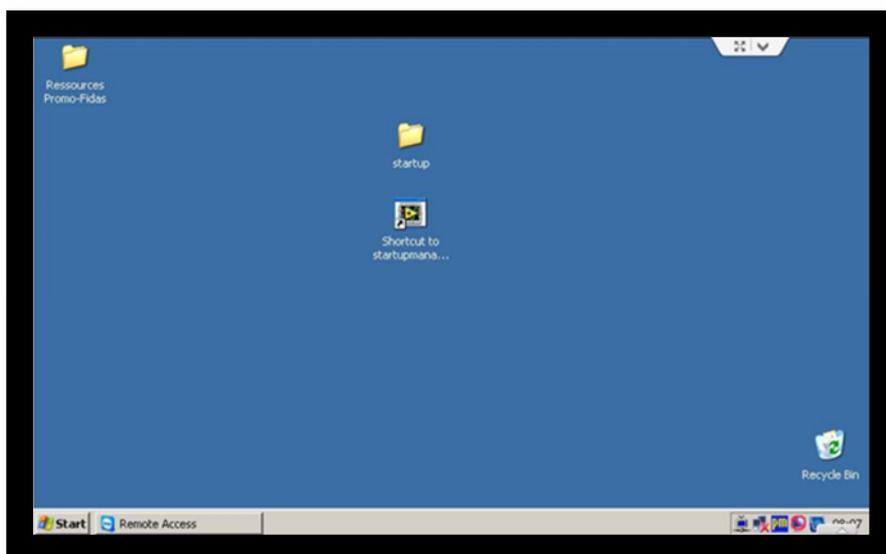


Abbildung 20: Windows Desktop

- Sie befinden sich jetzt im “startup” Ordner, bitte klicken Sie nun auf den FIDAS Ordner (siehe Abbildung 21).

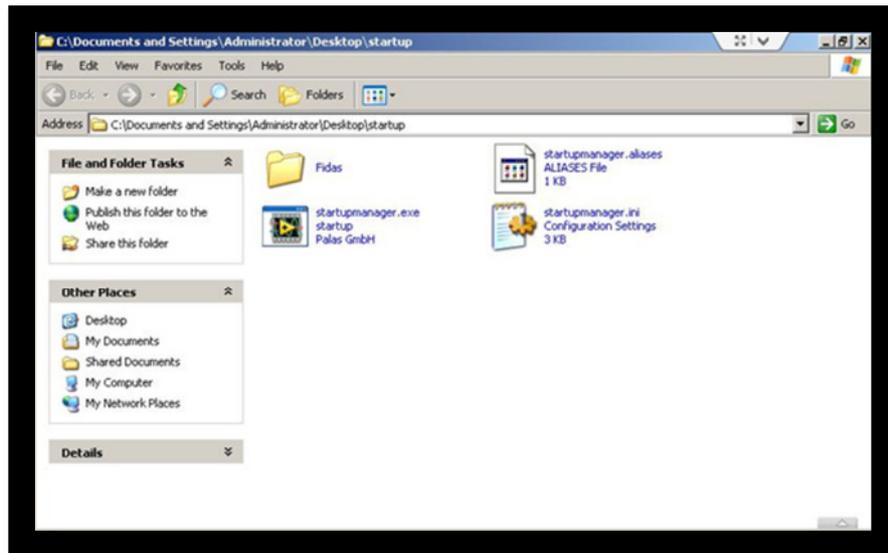


Abbildung 21: Startup Ordner

In diesem Ordner sind verschiedene Dateien zu sehen (scrollen Sie nach unten, um die zweite Hälfte zu sehen, siehe Abbildung 22).

Datei	Zweck
“_palassupport.exe”	Teamviewer Modul für Fernsupport und Fernkontrolle
“counter-win32.100###.exe”	APDA-372 Benutzeroberfläche Firmware, die höchste Nummer ist die aktuellste Version
“DATA_auto_5048_...”	APDA-372 Dateien
“promo.ini”	APDA-372 *.ini Datei mit dauerhaften Einstellungen

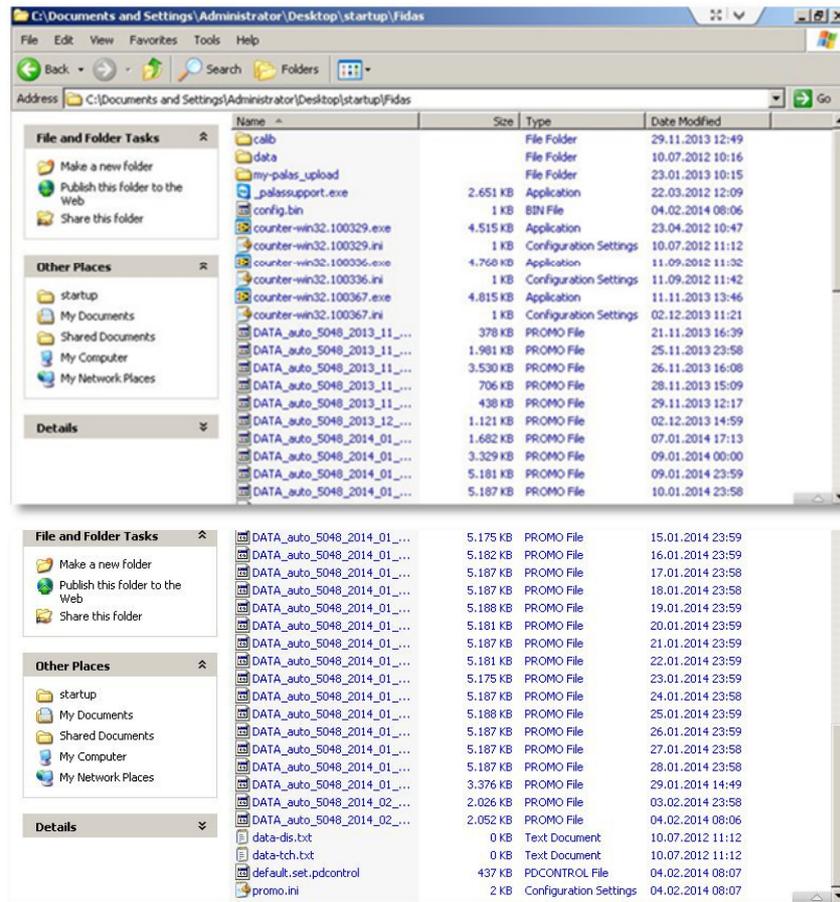


Abbildung 22: Fidas Ordner

Bitte öffnen Sie die “promo.ini” Datei. Für das APDA-372 sollte diese wie folgt aussehen (siehe Abbildung 23):

```
[system]
type=Fidas 200
ser#=XXXX
password=yxcvbXXXX
user_device=#

[plugin]
Promo 3000_enabled=no
Fidas 100_enabled=yes
Fidas 200/210_enabled=yes
Fidas 300/310_enabled=yes
Fidas mobile_enabled=no
Nanoco 100_enabled=no
Nephel 100_enabled=no
stop_enabled=yes
start_enabled=yes

[my-palas.com]
my-palas.com_autostart=no
```

```
[Fidas]
velocity_calibrated=9.3 m/s
PM10_slope=1.000
PM10_intercept=0
PM4_slope=1.000
PM4_intercept=0
PM2.5_slope=1.000
PM2.5_intercept=0
PM1_slope=1.000
PM1_intercept=0
PMtotal_slope=1.000
PMtotal_intercept=0
PM_alternative=yes
PM_volatile=no
textfile=yes
textfile_interval=60s
PM_autoadjust=no
gravimetric_correction_factor=1.00
IADS_modus=1
dust_type=2
sensor_selection=2
automated_cleaning=no
alarm_threshold=99999 µg/m³
alarm_value=PM10
alarm_email_address=""
password_service=-1
calibration_IADS_restrict=yes
calibration_temperature=50
```

```
[Promo3000]
interval=300
sensor1=15.000000
sensor2=33.000000
```

```
[hardware]
weatherstation_connected=yes
weatherstation_comport=4
weatherstation_scale_T=1
weatherstation_scale_p=1
weatherstation_scale_h=1
weatherstation_offset_T=0
weatherstation_offset_p=0
weatherstation_offset_h=0
weatherstation_equation= x_corr=scale*x+offset
GPS_connected=no
GPS_comport=8
discmini_connected=no
discmini_comport=81
discmini_interval=300s
```

```
[UF-CPC]
liquid_pump_impulsinterval=45 s
liquid_pump_impulsamplitude=0.5 V
```

```
[settings]
sensor_selection=2
PM_interval=900s
IP_UDP_broadcast=127.0.0.1
PLC_interface=1
temperature_compensation=yes
temperature_slope=0.17
velocity_correction=yes
velocity_calibration_enabled=no
flow_calibration_enabled=yes
server_IP-accesslist=+*
RSBaudRate=9600
BayerHessen_DA_command=60>60,61>61,62>62,63>63,64>64,65>65
```

Zeitintervall für gleitenden Mittelwert der PM-Fractionen
Empfohlene und TÜV-genehmigte Einstellung: 900 s

Abbildung 23: Die promo.ini Datei

Durch Herunter scrollen können Sie die zweite Hälfte der Einstellungen sehen. Bitte überprüfen Sie die Zeitbasis und falls notwendig, setzen Sie die Zeitbasis für den gleitenden Mittelwert auf 900 Sekunden (d.h. 15 Minuten). Speichern und schließen Sie die "promo.ini" Datei und starten Sie die APDA-372 Benutzeroberfläche neu.

3.5. Angewandte Korrekturen des Algorithmus, z. B. TÜV Korrektur für PM2.5 und PM10

Basierend auf dem Report des TÜV Rheinland bezüglich der Eignungsprüfung des APDA-372 Messsystems für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2.5, Report Nummer: 936/21226418/C, wurde festgestellt, dass die erweiterte Messunsicherheit für PM10 und PM2.5 ermittelt aus dem Vergleich des APDA-372 mit der gravimetrischen Referenzmethode besser wird, wenn die Messwerte des APDA-372 mit Hilfe der ermittelten Steigungen und Achsenabschnitte korrigiert werden. Es wurde im Rahmen des Äquivalenznachweises folgende Korrekturparameter ermittelt:

PM2.5:	Steigung: 1.076	Achsenabschnitt: -0.339
PM10:	Steigung: 1.058	Achsenabschnitt: -1.505

Um die Korrektur zu implementieren, werden die folgenden Kehrwerte angewandt, d. h.:
Korrektur = $1/\text{Steigung} * y - \text{Achsenabschnitt}/\text{Steigung}$

PM2.5:	cSteigung: 0.929	cAchsenabschnitt: -0.315
PM10:	cSteigung: 0.945	cAchsenabschnitt: -1.422

Wenn diese Korrektur bei Messungen mit dem APDA-372 Anwendung finden soll, so muss sie in der promo.ini Datei eingetragen werden. Bei anderen Korrekturen, wie z. B. einer ermittelten Standortkorrelation bezüglich eines gravimetrischen Messsystems ist genauso zu verfahren.

Beispiel: Um die o. g. Korrektur vom TÜV Rheinland anzuwenden, muss die promo.ini wie folgt aussehen:

```
Promo.ini:  
[Fidas]  
PMtotal_slope=1  
PMtotal_intercept=0  
PM10_slope=0.945  
PM10_intercept=1.422  
PM4_slope=1  
PM4_intercept=0  
PM2.5_slope=0.929  
PM2.5_intercept=0.315  
PM1_slope=1  
PM1_intercept=0
```

3.6. Systemüberwachungsfunktionen

Die Messeinrichtung APDA-372 wird mit einer aktiven Systemüberwachung ausgeliefert. Wenn die Firmware nicht läuft oder sich aufgehängt hat, wird das System automatisch nach 255 Sekunden neu gestartet. Dies bedeutet aber auch, dass der Zugriff auf das Windows Betriebssystem auf 255 Sekunden begrenzt ist, wenn der Zugriff über den folgenden Weg erfolgt: "expert user menu"->"system"->"exit to OS".

Um Zugriff auf das Windows Betriebssystem ohne die Zeitbegrenzung zu erhalten, wählen Sie bitte "Ver.exe" während des Starten des APDA-372 Start-up Manager aus.

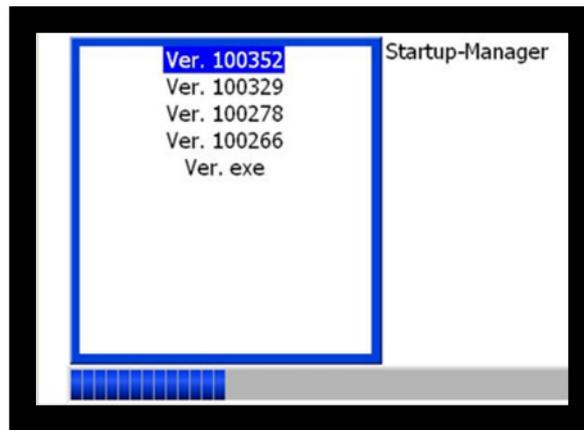


Abbildung 24: Startup-Manager

3.7. Systemänderungen und Installation zusätzlicher Software unter Windows

Alle Geräte werden mit einem Datei-basierenden Schreibschutzfilter (file based write filter - FBWF) ausgeliefert. Der Zweck dieses Schutzes ist es, eine Verschlechterung des Windows Betriebssystems zu verhindern oder vor einer möglichen Installation von Malware zu schützen. Mit diesem Filter wird der Originalzustand des Betriebssystems gesichert.

Alle Änderungen am Betriebssystem oder jede neu installierte Datei wird nicht permanent gespeichert und der Originalzustand wird beim nächsten Start des Systems wiederhergestellt. Dies beinhaltet zum Beispiel die Einstellung der Windows Systemzeit und des Datums.

Die einzige Ausnahme sind alle Daten, die auf dem Desktop gespeichert werden. Auch die APDA-372 Daten- und Systemdateien werden auf dem Desktop gespeichert und können zu jeder Zeit geändert und neue Dateien hinzugefügt werden.

Um permanente Systemänderungen speichern zu können, aktivieren Sie bitte die Batch-Datei im folgenden Ordern auf dem Desktop: “/startup/Fidas”. Nach dem Neustart des Windows Betriebssystems sind die Änderungen dauerhaft gespeichert (z. B. Systemzeit und Datum). Wir empfehlen, die Batch-Datei laufen zu lassen, um den Schreibschutz nach allen gewünschten Änderungen wieder zu aktivieren. Dies erfordert einen Neustart des Systems, erst danach ist der Schutz wieder aktiv ist.



Bitte beachten:

Es ist möglich, das System ohne den aktiven FWBF laufen zu lassen, wir empfehlen jedoch, den FBWF einzuschalten.

4. Wartung

Wir empfehlen eine regelmäßige Überprüfung der korrekten Funktionsweise des APDA-372 gemäß der nachfolgenden Tabelle und Kapitel 5. Ansonsten muss das Gerät nur dann gewartet werden, falls eines der Fehlerbits (siehe [Abbildung 25](#)) anspricht.

Vorgang	Prüfintervall	Kapitel im Handbuch
Kalibrierung/Verifizierung	1 Monat bzw. 3 Monate	5 – 5.8
Reinigung des optischen Sensors	1 Jahr bzw. wenn Photomultiplierspannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors > 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands liegt	5.10
Reinigung / Wechsel des Absaugfilters der internen Pumpe (Art.-Nr. 1000106819)	1 Jahr bzw. wenn Leistung der Absaugpumpe >50 %	5.11
Kontrolle/Reinigung des Sigma-2 Kopfes	3 Monate	5.12
Wechsel der O-Ring Dichtungen (Art.-Nr. 1000106822)	1 Jahr bzw. im Falle einer festgestellten Undichtigkeit	5.13
Wechsel der Pumpenbaugruppe (Art.-Nr. 1300010121)	Bei Ausfall oder wenn Pumpenleistung > 80%	5.14

Tabelle 1 Übersicht Wartungsarbeiten

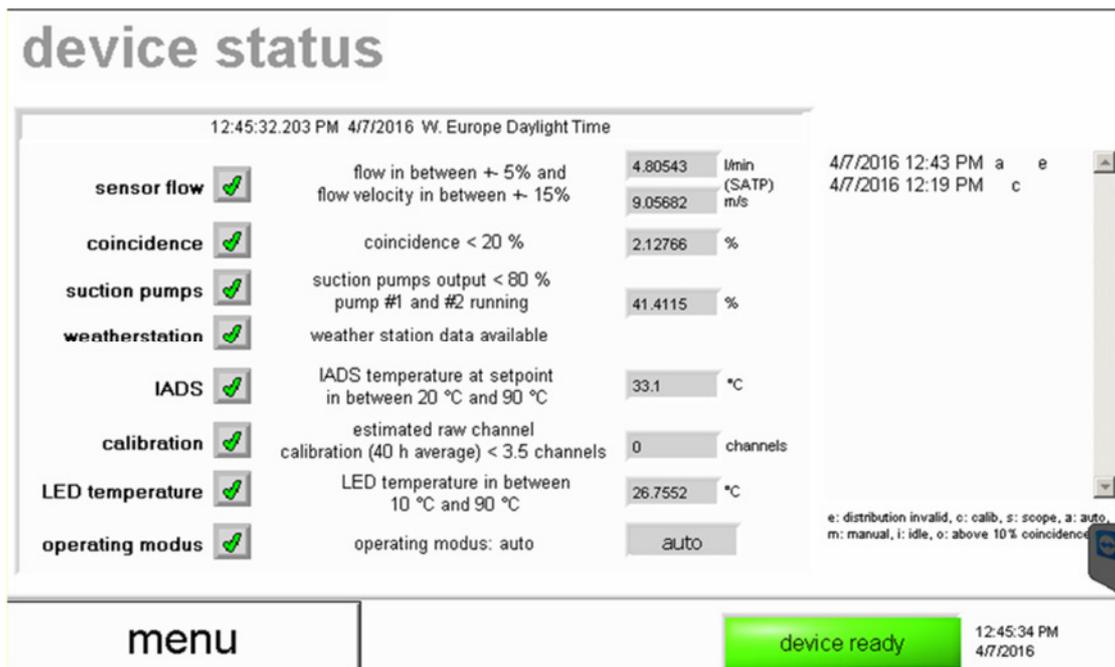


Abbildung 25: Statusübersicht

Zeigt verschiedene Sensorinformationen, die für einen korrekten Betrieb des APDA-372 nötig sind. Diese Informationen werden auch in Form eines Status/Fehlerbytes mit jedem Datensatz mit abgespeichert.

Im Einzelnen sind dies:

Sensor flow

mittels eines Regelkreises mit Massflowmeters und unter Einbezug der gemessenen Werte für Temperatur und Luftdruck wird der Volumenstrom durch das APDA-372 auf 4,8 l/min geregelt. Normiert ist dieser Volumenstrom dann auf „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, d.h. bezogen auf 25°C & 1013 hPa.

Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 5 % vom Sollwert abweicht.

Der zweite Wert zeigt die Geschwindigkeit der Partikel (Flow velocity) durch das optische Detektionsvolumen. Ein Fehler wird angezeigt, wenn die Geschwindigkeit der Partikel mehr als 15% vom Sollwert abweicht. Der Sollwert entspricht der in der promo.ini-Datei eingetragenen Geschwindigkeit, welche am Installationsort gemäß Kapitel 5.5 ermittelt wird. Eine Fehlermeldung deutet auf eine mögliche Undichtigkeit nach dem Sensor hin.

WICHTIG:

Das Ergebnis der Geschwindigkeitsmessung hat **keinen** Einfluss auf die Berechnung der PM-Werte, sondern wird nur als Indikator für die Dichtigkeit verwendet.

Coincidence

Detektion von mehr als einem Partikel im optischen Detektionsvolumen. Ausgabe eines Fehlers, wenn dies mit einer Häufigkeit von mehr als 20% auftritt.

Suction pumps

Im APDA-372 sorgen zwei Pumpen, die parallel geschaltet sind für den Volumenstrom. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann die andere übernehmen, entsprechend höher ist dann die Leistungsaufnahme, was zu einem Fehler führt. Sollten beide Pumpen gleichmäßig altern, so wird ebenfalls bei einer Überschreitung von 80 % ein Fehler ausgelöst. Wichtig zu bemerken ist, dass das Gerät erst mal korrekt weitermisst, allerdings muss der Benutzer sich um einen baldigen Austausch der Pumpen kümmern

Weatherstation

zeigt an, dass eine Wetterstation korrekt verbunden ist und Werte übermittelt

IADS

zeigt an, dass das IADS korrekt verbunden ist und die Temperatur dem vorgegebenen Regelpunkt entspricht

Calibration

Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese im 40h-Mittel um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.

Bemerkung: In einzelnen Fällen kann dieser Wert kurzfristig außerhalb liegen, was trotzdem bedeuten kann, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Handlungsbedarf (i.e. eine Feldkalibrierung mit dem Kalibrierstaub) ist nur gegeben, wenn dies ein langfristiger Trend (>40 Stunden) ist.

LED temperature

Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten, wird dieses Fehlerbit gesetzt.

Operating modus

Der Betriebsmodus sollte auf „auto“ gesetzt sein, ansonsten werden u.U. die Daten nicht korrekt abgespeichert bzw. startet das Gerät nach einem Stromausfall nicht selbstständig wieder.

5. Kalibrierung/Verifizierung des APDA-372

Eine Kalibrierung des Gerätes sollte stets vor dem Beginn einer Messkampagne erfolgen. Während einer laufenden Messkampagne sollte die Kalibrierung in regelmäßigen Abständen überprüft werden (siehe Tabelle 2).

Vor der Kalibrierung muss das Gerät mindestens eine Stunde laufen, damit es sich in einem thermisch stabilen Zustand befindet. Die Umgebungstemperatur muss dabei zwischen 10°C und 40°C liegen.



Bitte beachten:

Wenn das Gerät mit MonoDust kalibriert wird, ist die Kalibrierung nur dann gültig, wenn sie bei einer Temperatur im Bereich von +10°C bis +40°C durchgeführt wird!

Zur Kalibrierung wird das Gerät dann in den Kalibriermodus geschaltet. Hierzu wählen Sie im Hauptmenü der APDA-372-Firmware "settings/calibration". Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "activate calib modus". Gehen Sie zurück zum Hauptmenü.

Die vollständige Kalibrierung besteht aus fünf Einzelschritten:

- 1.) Dichtigkeitsprüfung
- 2.) Durchflussüberprüfung / -kalibrierung
- 3.) Überprüfung des Offsets des Partikelsensors
- 4.) Überprüfung des Nullpunkts des Partikelsensors
- 5.) Überprüfung der durchschnittlichen Partikelgeschwindigkeit
- 6.) Überprüfung / Kalibrierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors
- 7.) Überprüfung der Geschwindigkeit der MonoDust Partikel
- 8.) Sicherung der Daten

Im Folgenden werden die Schritte im Einzelnen beschrieben:

5.1. Dichtigkeitsprüfung

- 5.1.1 Wählen Sie im Hauptmenü "expert user menu" (Passwort "-1"). Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "suction pumps/signals/digital IO".
- 5.1.2 Im Bildschirm "suction pumps/signals/digital IO" sehen Sie den aktuellen Gasvolumenstrom ("sensor flow rate"). Schalten Sie mit dem Schiebeschalter "suction pump" die Pumpe aus. "Sensor flow rate" zeigt jetzt den Nullwert des Durchflussmengenmessers. Schreiben Sie diesen Wert auf ("Offset").

- 5.1.3 Demontieren Sie den Probenahmekopf. Lockern Sie die Halterung des IADS-Rohrs und heben Sie es etwa 20 cm an, um Zugang zum Aerosol-Einlass des APDA-372-Sensors zu schaffen. Fixieren Sie das IADS in dieser Position. Verschließen Sie den Aerosol-Einlass mit einer Kappe / einem Stopfen / einem abgequetschten Stück Schlauch oder Ihrem Daumen. ALTERNATIV können Sie, falls Sie das IADS nicht demontieren wollen, das kurze Schlauchstück zwischen Filterhalter (unter dem Sensor) und dem Einlass auf dem Fidas-Frontpanel (unter dem blauen Filter) lösen, indem Sie es aus dem Anschluss am Filterhalter ziehen. Blockieren Sie den Einlass des Schlauchs.
- 5.1.4 Schalten Sie die Pumpe wieder ein. Die Pumpe evakuiert jetzt das Probenahmesystem. Die Ausgangsleistung der Pumpensteuerung wird auf 100 % ansteigen und ein deutlich lauterer Arbeitsgeräusch ist zu hören – dies ist normal. Warten Sie, bis der angezeigte Durchfluss sein Minimum erreicht hat und schreiben Sie den Wert auf (als "APDA-372- Steuereinheit-Brutto-Leckage"). Ist der Wert nicht stabil schreiben Sie den niedrigsten abgelesenen Wert auf. Schalten Sie die Pumpe wieder aus.
- 5.1.5 Berechnen Sie die Netto-Leckage:

$$\begin{aligned} \text{"APDA-372-Steuereinheit-Netto-Leckage"} &= \\ \text{"APDA-372-Steuereinheit-Brutto-Leckage"} - \text{"Offset"} & \end{aligned}$$

Das Resultat sollte < 0,08 l/min betragen. Falls dieser Wert überschritten wird, überprüfen Sie den Filterhalter unter dem Sensor sowie die transparente Schutzkappe des blauen Filters auf der Frontplatte der Steuereinheit auf Schaden am Dichtring und festen Sitz. Falls Sie autorisiert sind, interne Reparaturen an einem APDA-372 durchzuführen und das APDA-372 nicht mehr in Garantie ist, können Sie das Gerät öffnen, um nach möglichen Ursachen für interne Leckage zu suchen, wie lockere/beschädigte/verhärtete Schlauchstücke, und beheben Sie sie soweit möglich.

Wiederholen Sie die Dichtigkeitsprüfung bis das Ergebnis akzeptabel ist – andernfalls kontaktieren Sie Ihren APDA-372-Lieferanten.

- 5.1.6 Bringen Sie das IADS wieder an aber lassen Sie den Sigma-2-Kopf beiseite (bzw., schließen Sie das Schlauchstück zwischen Filterhalter und frontseitigem Aerosoleinlass wieder an). Verschließen Sie den IADS-Einlass mit einer Kappe / einem Stopfen / einem abgequetschten Stück Schlauch.
- 5.1.7 Wiederholen Sie die in 5.1.4 beschriebene Prozedur, nur dass der Wert, den Sie aufschreiben, jetzt die "APDA-372-System-Brutto-Leckage" ist.

5.1.8. Berechnen Sie die Netto-Leckage:

“APDA-372- System-Netto-Leckage” =
“APDA-372- System-Brutto-Leckage” – “Offset”.

Das Resultat sollte < 0,5 l/min betragen. Falls dieser Wert überschritten wird, überprüfen Sie das IADS auf beschädigte Dichtringe und korrekten Sitz auf dem Aerosol-Einlass des APDA-372-Sensors. Prüfen Sie auch, ob der IADS-Einlass wirklich dicht verschlossen ist. Wiederholen Sie die Dichtigkeitsprüfung bis das Ergebnis akzeptabel ist – andernfalls kontaktieren Sie Ihren APDA-372-Lieferanten.

5.1.9 Bringen Sie den Sigma-2-Kopf wieder an und schalten Sie die Pumpe wieder ein.

5.2. Durchflussüberprüfung / -kalibrierung

Die Überprüfung und ggfs. Kalibrierung der Durchflussrate darf nur im Anschluss an eine erfolgreiche Dichtigkeitsprüfung durchgeführt werden.

5.2.1 Schließen Sie ein geeignetes Durchflussmessgerät mit niedrigem Druckverlust an den IADS-Einlass an (demontieren Sie den Sigma-2-Kopf).

Wichtig:



Da sich der Durchfluss auf die SATP bezieht (standard ambient temperature and pressure), stellen Sie bitte sicher, dass sich Ihr Durchfluss auf die gleiche Temperatur (25°C) und den gleichen Druck (1013 hPa) bezieht. Falls dies nicht der Fall ist, muss dies zuerst manuell korrigiert werden, bevor der gemessene Durchfluss in die Firmware eingetragen wird!

5.2.2 Wählen Sie im Hauptmenü “expert user menu” (Passwort “-1”). Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm “suction pumps/signals/digital IO”.

5.2.3 Im Bildschirm “suction pumps/signals/digital IO” sehen Sie den aktuellen Gasvolumenstrom (“sensor flow rate”). Unter normalen Betriebsbedingungen beträgt dieser in etwa 4,8 l/min. Vergleichen Sie den Wert mit der Anzeige Ihres Durchflussmessgeräts. Der Gasvolumenstrom entsprechend der Anzeige Ihres Durchflussmessgeräts muss $4,8 \pm 0,15$ l/min betragen. Liegt der abgelesene Wert in diesem Bereich können Sie das Durchflussmessgerät abbauen und den Sigma-2-Kopf wieder montieren. Andernfalls fahren Sie mit Schritt 5.2.4 fort.

- 5.2.4 Zugang zur Einstellung der Durchflussregelung erhalten Sie wie folgt: Kehren Sie zurück zum "expert user menu" -> wählen Sie "sensor/calibration" -> wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "sensor calibration" -> wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "calibrate flow sensor offset" -> geben Sie den Wert ein, den Ihr Durchflussmessgerät anzeigt (beachten Sie das Dezimaltrennzeichen!) und wählen Sie "accept".
- 5.2.5 Überprüfen Sie nach der Kalibrierung die Durchflussrate erneut gemäß 5.2.3

Bitte beachten:



Falls diese Schaltfläche „calibrate flow sensor offset“ nicht sichtbar ist, müssen die folgenden Änderungen in der promo.ini Datei im Bereich [settings] vorgenommen werden:

flow_calibration_enabled=ja

5.3. Überprüfung des Offsets des Partikelsensors

Die Überprüfung des Offsets des Partikelsensors ist nur eine Kontrollmessung – kontaktieren Sie Ihren APDA-372-Lieferanten falls die Messwerte außerhalb des spezifizierten Bereichs liegen.

- 5.3.1 Wählen Sie im Hauptmenü "expert user menu" (Passwort "-1"). Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "sensor/calibration" -> wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "sensor calibration" -> wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "adjust offset" -> der Vorgang startet automatisch.

Verfolgen Sie den rechts oben angezeigten Offset-Wert, der sich ständig ändert während die Offset-Justierspannung variiert wird. Wenn die angezeigte Kurve ihr Minimum durchläuft sollte der angezeigte Wert weniger als 0,2 mV betragen. Sobald die Messung abgeschlossen ist wird der Wert für die Offset-Kompensationsspannung berechnet und die Anzeige im Feld unterhalb des Diagramms aktualisiert. Der Wert sollte zwischen 2 und 3 V liegen.

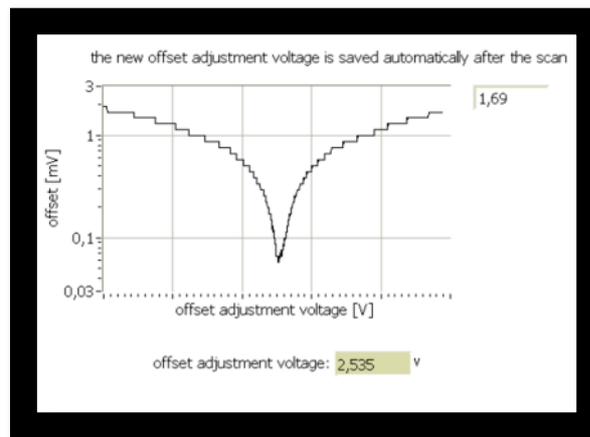


Abbildung 26: Bildschirmdarstellung während des automatischen Offsetabgleichs

5.4. Überprüfung des Nullpunkts des Partikelsensors

Die Überprüfung des Nullpunkts des Partikelsensors darf nur im Anschluss an eine erfolgreiche Prüfung von Dichtigkeit (5.1) und Sensor-Offset (5.3) durchgeführt werden.

- 5.4.1 Wählen Sie im Hauptmenü "data". Der zuunterst auf dem Bildschirm gezeigte Wert ("Cn") ist die gegenwärtig detektierte Partikel-Anzahlkonzentration (gleitender Mittelwert über 10 s).
- 5.4.2 Demontieren Sie den Sigma-2-Kopf und bringen Sie ein HEPA-Filter am IADS-Einlass an. Dieses Filter entfernt alle üblicherweise detektierten Partikel aus der angesaugten Luft. Verfolgen Sie den Cn-Wert. Er sollte innerhalb einer Minute auf Null zurückgehen und dort verbleiben solange das HEPA-Filter angebracht ist. Ist dies der Fall können Sie das HEPA-Filter wieder entfernen.

Ist der Wert nicht Null prüfen Sie, ob das Filter nicht dicht sitzt oder elektronische Interferenz (Störquellen) vorliegt. Existiert das Problem weiterhin kontaktieren Sie Ihren APDA-372-Lieferanten.

Sollten Sie den Nullpunkt der PM-Werte in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] überprüfen wollen, so muss das HEPA-Filter mindestens über den Zeitraum der eingestellten Integrationszeit (Standardsetting: 900 S) angebracht sein.

5.5. Überprüfung der durchschnittlichen Partikelgeschwindigkeit

Die Überprüfung der durchschnittlichen Partikelgeschwindigkeit wird üblicherweise nur bei Installation des Geräts durchgeführt. Sie darf nur im Anschluss an eine erfolgreiche Prüfung von Dichtigkeit, Sensor-Offset und Sensor-Nullpunkt durchgeführt werden. WICHTIG: Das Ergebnis hat **keinen** Einfluss auf die Berechnung der PM-Werte, sondern wird nur für den internen Test auf Dichtigkeit verwendet (siehe Kapitel 4)!

- 5.5.1 Wählen Sie im Hauptmenü "expert user menu" (Passwort "-1"). Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "sensor/calibration" -> wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "sensor calibration" -> auf dem nächsten Bildschirm werden rechts vom "raw data distribution"-Diagramm diverse Werte angezeigt. Der fünfte Eintrag zeigt "velocity (average)". Notieren Sie diesen Wert und kehren Sie zum Übersichtsbildschirm des "expert user"-Menüs zurück.
- 5.5.2 Wählen Sie im "expert user"-Bildschirm "system". Wählen Sie auf dem nächsten Bildschirm "exit to OS" um die Fidas®-Firmware zu beenden und Zugang zum Betriebssystem zu erhalten.
- 5.5.3 Navigieren Sie zur "promo.ini"-Datei. Öffnen Sie die Datei und scrollen Sie bis zum Eintrag "velocity_calibrated". Ersetzen Sie den Wert durch den zuvor in 5.5.1 notierten "velocity (average)"-Wert. Speichern und schließen Sie die "promo.ini"-Datei.
- 5.5.4 Starten Sie die APDA-372-Firmware wieder.

5.6. Überprüfung / Kalibrierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors

Die Überprüfung / Kalibrierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors darf nur im Anschluss an eine erfolgreiche Prüfung von Dichtigkeit, Sensor-Offset und Sensor-Nullpunkt durchgeführt werden.

- 5.6.1 Wählen Sie im Hauptmenü "settings/calibration". Sobald Sie auf dem folgenden Bildschirm "sensor calibration" wählen, bereitet das System die Überprüfung / Kalibrierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors durch Aufheizen des IADS auf 50 °C (auf älteren Systemen evtl. 35 °C) vor. Dadurch wird sichergestellt, dass der Volumenstrom und die Gasdynamik bei der Kalibrierung immer gleich sind und der eingesetzte Prüfstaub eine Konditionierung erfährt.

Die IADS-Temperatur muss für 120 s innerhalb von ± 1 °C vom Sollwert verbleiben bevor die Kalibrierung fortgesetzt werden kann. In der Regel müssen mindestens 10 Minuten gewartet werden.

- 5.6.2 Bauen Sie den Sigma-2-Kopf ab während das IADS aufheizt. Bringen Sie am IADS-Einlass einen Schlauch an, dessen Länge idealerweise ausreicht, damit Sie sich während der Überprüfung der Verstärkung vor dem Gerät aufhalten können. Für ein in einem Messcontainer eingebautes Fidas® benötigen Sie möglicherweise einen Schlauch von mehreren Metern Länge. Achten Sie darauf, dass der Schlauch nirgendwo abknickt.
- 5.6.3 Sobald sich die IADS-Temperatur in der Nähe des Sollwerts stabilisiert hat, können Sie “continue calibration” wählen und der Kalibrierbildschirm wird angezeigt.
- 5.6.4 Nehmen Sie eine verschlossene Flasche MonoDust 1500 und schütteln Sie sie leicht oder tippen Sie gegen den Boden der Flasche, um Staubpartikel freizusetzen. Öffnen Sie die Flasche und halten Sie das Ende des am IADS angebrachten Schlauchs in die Nähe der Flasche, aber stecken Sie das Schlauchende nicht in die Flasche. Drücken Sie die Flasche einige Male leicht zusammen, um ein wenig Luft zwischen Flascheninnerem und Umgebung auszutauschen. Das APDA-372 wird partikelbeladene Luft einziehen und das “raw data distribution”-Diagramm wird eine Signalspitze anzeigen. Die Firmware wird die Lage der Spitze erkennen und den numerischen Wert als “measured peak at ...” anzeigen. Notieren Sie diesen Wert.

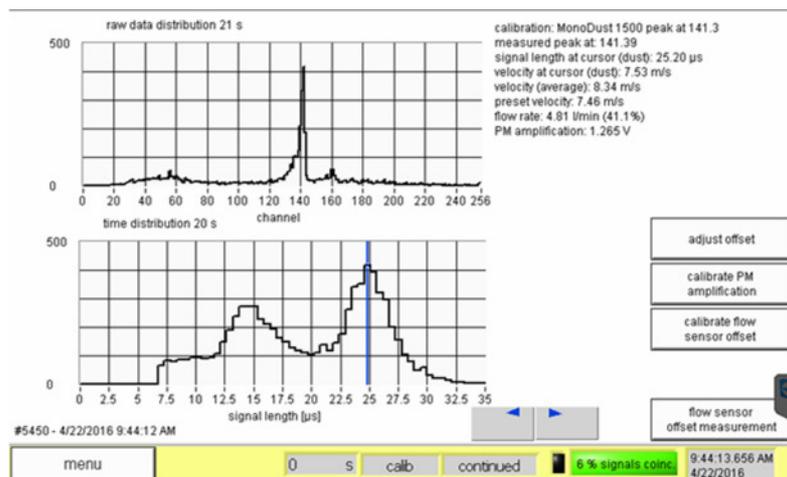


Abbildung 27: Bildschirmdarstellung während der Kalibrierung

(Grafik oben: Rohdatenverteilung von Kanal 0 bis 256 mit Maximum bei 141,39)

- 5.6.5 Der Zielkanal des Prüfstaubs MonoDust 1500 ist durch Vergleichsmessung mit dem PSL-Standard exakt bekannt, wird im beiliegenden Prüfzertifikat bzw. auf der Flasche mitangegeben sowie bis Firmware-Version 100448 im Kalibrierbildschirm in der obersten Zeile angegeben (siehe Abbildung 27). Ab Firmware-Version 100449 wird im Kalibrierbildschirm in der obersten Zeile kein vorgegebener Zielkanal mehr angezeigt, sondern der Text „see bottle“.

Falls die MonoDust-Signalspitze im **Zielkanal $\pm 0,5$** (in Abbildung 27 $141,3 \pm 0,5$ detektiert wird, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Liegt die Abweichung zwischen 0,5 und 1,5 Kanälen, justieren Sie die Spannung des Photomultipliers:

Wählen Sie "calibrate PM amplification" und verändern Sie den dargestellten Wert. Erhöhen Sie die Spannung falls die Signalspitze unterhalb des Zielwerts detektiert wurde, verringern Sie sie im umgekehrten Fall. Überschlägig gilt: 1 Kanal Abweichung – Änderung der PM-Spannung um 0,01 Volt. Wiederholen Sie die Messung mit MonoDust 1500 nach Änderung der PM-Spannung. Wiederholen Sie die Messung mit MonoDust 1500 / das Justieren der PM-Spannung bis die Signalspitze im Zielkanal $\pm 0,5$ detektiert wird. Liegt die MonoDust 1500-Signalspitze mehr als 1,5 Kanäle unterhalb des Werts der letzten Kalibrierung (vorausgesetzt, diese liegt nicht mehr als 1 Monat zurück sollte im ersten Ansatz der Sensor gereinigt werden (siehe Kapitel 5.10). Eine Reinigung ist zudem erforderlich, wenn die PM-Spannung mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands liegt. Schalten Sie das Gerät vor dem Reinigen des Sensors ab – der Sensor reagiert im eingeschalteten Zustand empfindlich auf zuviel Licht. Prüfen Sie nach der Reinigung wieder die Dichtigkeit (Kapitel 5.1.) und fahren Sie danach mit 5.6.1 fort.

Bei erheblicher Abweichung (> 10 Kanäle) zwischen gemessener Lage der MonoDust 1500-Signalspitze und Zielwert kontaktieren Sie Ihren APDA-372-Lieferanten.

Eine Auswertung des Effekts einer Spitzenverschiebung im Rohdatenkanal bezüglich der Massenkonzentration wurde im Rahmen der Eignungsprüfung vom TÜV Rheinland durchgeführt mit CalDust 1100 (Sollwert 130) durchgeführt (siehe Auszug aus Bericht 936/21226418/C) – die Auswerteprozedur bleibt durch Anwendung von MonoDust 1500 anstelle von CalDust 1100 unangetastet:

Tabelle 3: Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration

	PM2,5		PM10	
channel shift	slope	offset	slope	offset
-3	1,086	0,03889	1,0877	0,0331
-2	1,056	0,025	1,057	0,012
-1	1,029	0,0122	1,028	0,048
0	1	0	1	0
1	0,973	-0,00785	0,976	-0,0047
2	0,945	-0,0197	0,947	0,038
3	0,918	-0,031	0,9224	0,083

Liegt z.B. eine Verschiebung um -3 Kanäle vor, so stehen die tatsächlichen PM-Werte mit den hypothetisch bestimmten PM-Werten wie folgt in Relation:

$$PM_{2,5_tatsächlich} = 1.086 * PM_{2,5_hypothetisch} + 0,03889$$

$$PM_{10_tatsächlich} = 1.0877 * PM_{10_hypothetisch} + 0,0331.$$

Eine Verschiebung um -3 Kanäle bedeutet, dass die Partikelgröße zu klein bestimmt wird, was dazu führt, dass der PM_{2,5}-Wert um den Faktor 1,086 zu niedrig gemessen wird.

Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechende zu erwartende Konzentrationswert gemäß der folgenden Matrix ermittelt.

Abbildung 28: Auszug TÜV Rheinland Report 936/21226418/C

5.7. Überprüfung der Geschwindigkeit mit MonoDust Partikel

Neben der Signalamplitude für jeden einzelnen Partikel misst der Sensor zusätzlich die Signallänge für jeden einzelnen Partikel. Diese Signallänge ist direkt proportional zur Geschwindigkeit der Partikel im Sensor, da die Höhe des optischen Messvolumens bekannt ist. Stimmt die Geschwindigkeit der Partikel im Sensor nicht, stimmt auch die Flussrate im Sensor nicht oder die Strömungsführung im Sensor ist gestört.

WICHTIG:

Bei der regelmäßigen Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors mit MonoDust 1500, ist zur Beurteilung der korrekten Funktion der Messeinrichtung lediglich die Überprüfung der Kanalposition für die MonoDust Signalspitze gemäß Kapitel 5.6 relevant. **Die Überprüfung der durchschnittlichen Partikelgeschwindigkeit mit MonoDust 1500 hat keine Relevanz für die Messwertbestimmung** und muss von daher nicht überwacht werden. Die Partikelgeschwindigkeit dient lediglich als Indikator für mögliche Störungen im Durchfluss (z.B. Leckage) und wird standardmäßig als Parameter unter dem Status „sensor flow“ permanent überwacht (siehe Kapitel 4).

Die Überprüfung der Geschwindigkeit mit MonoDust Partikel darf nur im Anschluss an eine erfolgreiche Prüfung von Dichtigkeit, Sensor-Offset und Sensor-Nullpunkt durchgeführt werden.

Die Prüfung erfordert eine konditionierte IADS (50°C bzw. 35°C), so dass die Prüfung idealerweise in Verbindung mit der Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors durchgeführt wird.

5.7.1 Folgen Sie den Abschnitten 5.6.1 bis 5.6.4 sowie Abbildung 27 des vorliegenden Handbuchs. Beachten Sie das Diagramm der Signallängenverteilung (Abbildung 27 unteres Diagramm) während das APDA-372 Aerosol mit MonoDust-Partikeln analysiert. Die zwei Moden der Geschwindigkeitsverteilung sollten klar voneinander unterscheidbar sein; außerdem sollte der Spitzenwert des zweiten Modus' (Diagramm rechtes Maximum) stabil und eindeutig ablesbar sein.

5.7.2 Verwenden Sie die auf dem Bildschirm gezeigten Tasten mit dem blauen Links- bzw. Rechtspfeil um die vertikale blaue Linie im Signallängenverteilungs-Diagramm auf die Position des Spitzenwerts des zweiten Modus' zu bewegen. Die hierdurch markierte Signallänge wird in eine Geschwindigkeit ("velocity at cursor") umgerechnet, die nebst anderen Informationen rechts vom "raw data distribution"-Diagramm angezeigt wird. Notieren Sie diesen Wert. NB: Diese Prozedur soll nur das Ablesen der Signallänge am zweiten Modus der Geschwindigkeitsverteilung vereinfachen – die Position der blauen Linie hat keinen Einfluss auf die Auswertung der Messdaten (ausgenommen "velocity at cursor"). Vergleichen Sie den Geschwindigkeitswert mit dem Wert, der im APDA-372-Kalibrierzertifikat aufgeführt ist (Messung je nach Angabe im Zertifikat bei 35 oder 50 °C). Die Abweichung sollte weniger als $\pm 0,5$ m/s betragen.

5.8. Sicherung der Daten

Es wird empfohlen, nach der Kalibrierung die Firmware zu beenden (über das "expert user"-Menü) und eine externe Sicherungskopie der Dateien "promo.ini" und "default.set.pdcontrol" anzulegen (z. B. auf einem USB-Stick). Starten Sie das APDA-372 anschließend neu (über den entsprechenden Befehl aus dem Windows®-"Start"-Menü, NICHT über Aus-/Einschalten!).

Vorgang	Prüfintervall	zu überprüfender Parameter	Grenzbereiche	Anmerkung
Dichtigkeitsprüfung	3 Monate	Flow rate	< 0,08 l/min (Steuereinheit) < 0,5 l/min (Gesamtsystem) (exklusive Pumpenoffset)	durch Abdichten der Ansaugung
Durchflussprüfung	3 Monate	Flow rate	4,8 l/min ± 0,15 l/min bezogen auf 25 °C und 1013 hPa (Standard Ambient Temperature and Pressure - SATP)	mit geeignetem Transferstandard (Volumenstrommessgerät)
Offset Partikelsensor	3 Monate	Offset (Minimum)	< 0,2 mV	vollautomatisch
		Offset adjustment voltage	> 2 V; < 3V	vollautomatisch
Nullpunkt Partikelsensor	1 Jahr	C _N oder PM-Werte	C _N : 0 PM: ≤ 1 µg/m ³	mit HEPA-Filter am Einlass
Empfindlichkeit des Partikelsensors	1 Monat	Measured peak	Sollwert ± 0,5 gemäß mitgeliefertem Prüfzertifikat / Kennzeichnung MonoDust 1500	mit Prüfstaub MonoDust 1500
Geschwindigkeit der MonoDust Partikel	3 Monate	Velocity (MonoDust)	± 0,5 m/s vom Werkswert gemäß mitgeliefertem Prüfzertifikat APDA-372	mit Prüfstaub MonoDust 1500 durch Markieren des rechten Maximums

Tabelle 2: Zusammenfassung: Vorgehensweise bei der Kalibrierung

5.9. Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel

Um den gravimetrischen Filter auszubauen, muss der gravimetrische Filterhalter an der Unterseite des Aerosolsensors entfernt werden.



Abbildung 29: (A-C) Entfernen des Filterhalters

Der Filterhalter (Abbildung 29A) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (Abbildung 29B). Anschließend kann die Steckverbindung des Absaugschlauches gelöst werden. Dazu wird die Steckverbindung nach hinten gedrückt und gleichzeitig der Schlauch mit der anderen Hand abgezogen (Abbildung 29C). Der Filterhalter ist nun einfach durch eine Linksdrehung zu öffnen.

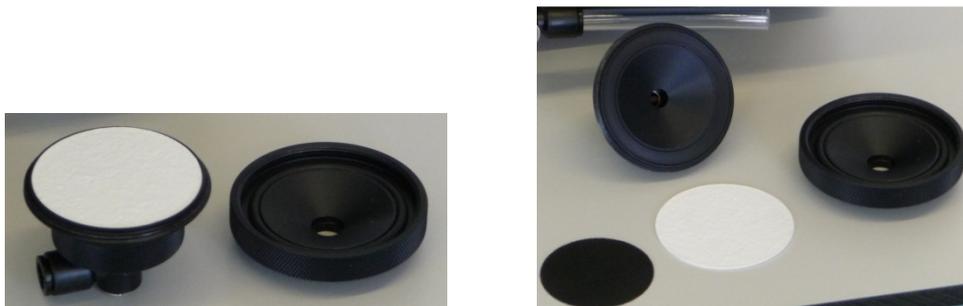


Abbildung 30: (A and B) Aufbau des Filterhalters

Der Filterhalter besteht aus einem Ober- und Unterteil, die durch einen Schraubverschluss aneinander befestigt werden (siehe Abbildung 30 A&B). Auf der Unterseite ist zusätzlich ein Stützgitter als Auflagefläche für den gravimetrischen Filter vorhanden.

5.10. Reinigung des APDA-372

Eine Reinigung des optischen Sensors ist erforderlich, wenn die Photomultiplier-Spannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht.

5.10.1. Reinigung des APDA-372 mit IADS

Bei der Verwendung eines Feuchtekompensationsmoduls IADS muss dieses zuerst vom Aerosoleingang des Sensors entfernt werden, sodass die APDA-372 Steuereinheit mit dem integrierten Aerosolsensor zur Seite bewegt werden kann.



Abbildung 31: Verbindung des Sensoreingangs mit Feuchtekompensationsmodul IADS

Der Adapter zum Anschluss des Feuchtekompensationsmoduls IADS an den Aerosoleingang ist nach unten zu schieben. Anschließend kann das Feuchtekompensationsmodul IADS komplett nach oben verschoben werden, so dass der Eingang des Aerosolsensors frei zugänglich ist.

5.10.2. Für alle APDA-372 Systeme

Zum Reinigen der internen optischen Gläser des Sensors ist der Filterhalter vom Sensorausgang, sowie die Steckverbindung zwischen dem Filterhalter und dem Eingang der Absaugpumpe zu entfernen.



Abbildung 32: (A-C) Entfernen des Filters

Der Filterhalter (Abbildung 32A) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (Abbildung 32B). Anschließend kann die Steckverbindung des Absaugschlauches gelöst werden. Dazu wird die Steckverbindung nach hinten gedrückt und gleichzeitig der Schlauch mit der anderen Hand abgezogen

(Abbildung 32C). Danach sind die beiden M3 Kreuzschlitzschrauben mit einem passenden Schraubendreher zu lösen.



Abbildung 33: Lösen der M3 Kreuzschlitzschrauben



Abbildung 34: Herausnehmen des Aerosolführungsrohres



Achtung:

Bei der Herausnahme des Aerosolführungsrohres ist darauf zu achten, dass die innen-liegenden optischen Gläser des Aerosolsensors nicht mit dem Aerosolrohr verkratzt bzw. beschädigt werden!

Nun können die beiden optischen Gläser in der Innenseite des Aerosoleingangs gereinigt werden. Dies darf nur mit einem optischen Tuch erfolgen (im Lieferumfang enthalten).

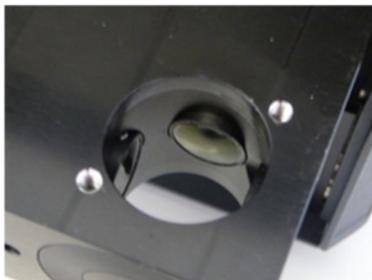


Abbildung 36: Optische Gläser im Innern des Aerosolsensors



Abbildung 35: Optisches Tuch



Achtung:

Die Gläser nicht mit den Fingern berühren!

Reinigung nur mit optischen Tüchern!

Das Aerosolführungsrohr kann mit Pressluft gereinigt werden.

5.11. Reinigung des Absaugfilters der internen Pumpe

Der Filter muss gereinigt bzw. ausgewechselt werden, falls die Leistung der Absaugpumpe mehr als 50% beträgt. Die Schutzkappe des Absaugfilters (Abbildung 37) der internen Pumpe ist einfach durch eine Linksdrehung zu lösen und abzuziehen. Der eigentliche Filter ist ebenso mit einer Linksdrehung zu entfernen (Abbildung 39).



Abbildung 37: Entfernen der Schutzkappe



Abbildung 38: Filter ohne Schutzkappe

Der Filter kann entweder mit Pressluft freigeblasen werden oder bei zu starker Verschmutzung ausgewechselt werden.



Abbildung 39: Herausnehmen des Filters



Abbildung 40: Ausgebauter Filter und Schutzkappe

Beim Einbau ist in umgekehrter Reihenfolge vorzugehen.

5.12. Reinigung des Sigma-2 Kopfes

Zur Kontrolle sollte der Sigma-2 Kopf alle drei Monate (in Zusammenhang mit der Kalibrierung) auf Grobschmutz überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden.

5.13. Ersetzen der O-Ring-Dichtung

Wenn eine Dichtigkeitsüberprüfung oder eine optische Überprüfung ein Ersetzen der O-Ring-Dichtung erfordert, empfehlen wir nur die O-Ringe zu nutzen, die von HORIBA angeboten werden. HORIBA bietet ein „Dichtungsringset für den APDA-372“ als Ersatzteil an. Dieses Set besteht aus den folgenden O-Ringen:



Abbildung 41: Dichtungsringset für den APDA-372

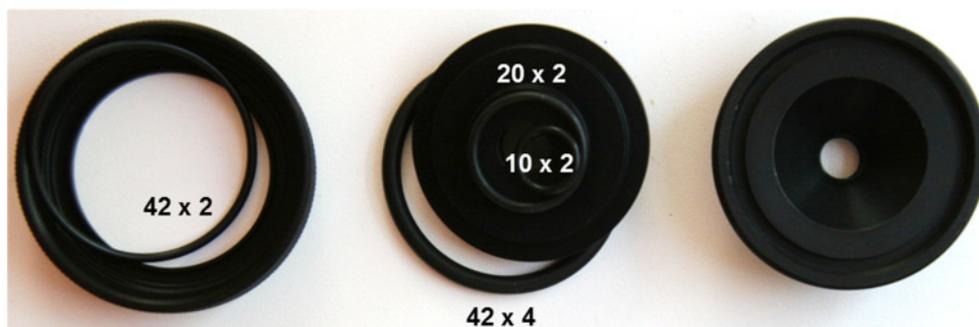


Abbildung 42: Absolutfilterhalter



Abbildung 43: Aerosoleinlass, Sensoreinlass

5.14. Wartung der Pumpenbaugruppe

Im APDA-372 sorgen zwei Pumpen (=Pumpenbaugruppe), die parallel geschaltet sind, für den Volumenstrom. Die eingesetzten Pumpen benötigen im Betrieb keine Wartung. Die Pumpenleistung wird kontinuierlich überwacht (siehe auch Kapitel 4). Ein Austausch der Pumpenbaugruppe ist erst notwendig, wenn die Pumpenleistung auf >80 % ansteigt (Statuswarnung). In der Regel beträgt die Standzeit der Pumpenbaugruppe mindestens zwei Jahre.

6. Partikelmessung mit dem APDA-372 System

Beim APDA-372 handelt es sich um ein optisches Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz Mie die Partikelgröße bestimmt.

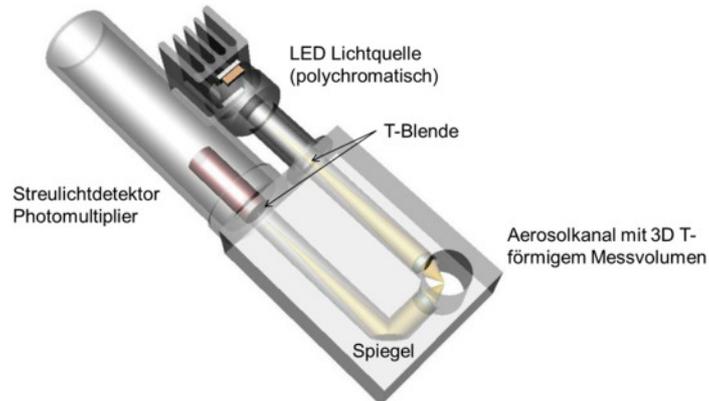


Abbildung 44: Aufbau des Sensors des APDA-372 Messsystems

Die Partikel bewegen sich einzeln durch ein optisch abgegrenztes Messvolumen, das mit polychromatischem Licht homogen ausgeleuchtet ist.

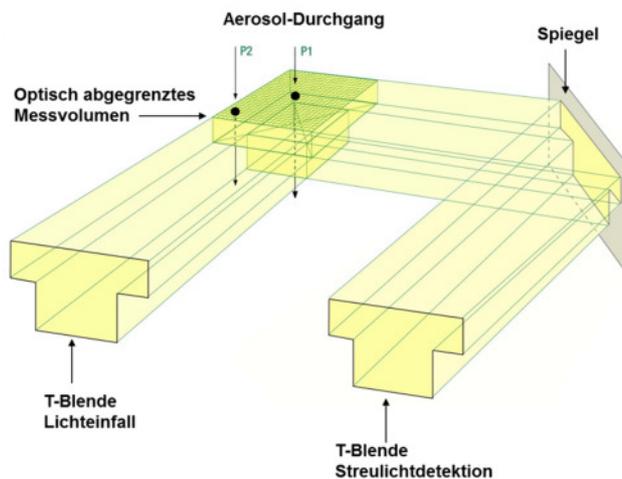


Abbildung 45: Veranschaulichung der T-Blende

Durch die Verwendung einer polychromatischen Lichtquelle (LED) und in Kombination mit einer 90° Streulichtdetektion erhält man eine sehr genau definierte Kalibrierkurve ohne Mehrdeutigkeiten im Mie-Bereich. Dadurch kann u.a. mit einer sehr hohen Größenauflösung gearbeitet werden.

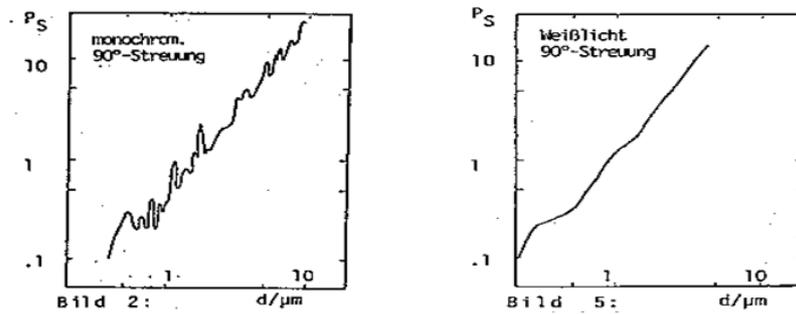


Abbildung 46: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion

mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

Von jedem einzelnen Partikel entsteht ein Streulichtimpuls, der unter einem Winkel von 85° bis 95° erfasst wird. Die Partikelanzahl wird anhand der Anzahl der Streulichtimpulse gemessen. Die Amplitude (Höhe) des Streulichtimpulses ist ein Maß für den Partikeldurchmesser. Außerdem wird auch die Signallänge gemessen.

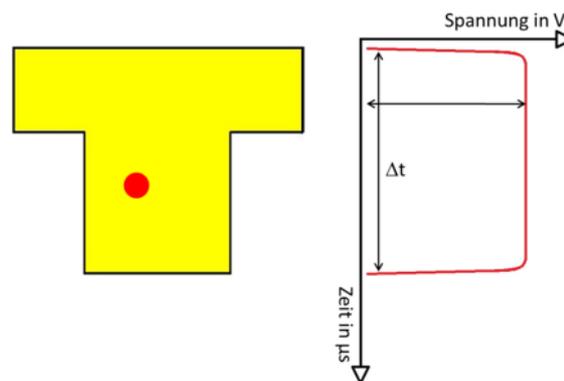


Abbildung 47: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel.

Gemessen wird die Amplitude und die Signallänge

Durch die spezielle T-Blenden Optik mit gleichzeitiger Messung der Signallänge kann der Randzonenfehler eliminiert werden. Als Randzonenfehler bezeichnet man die nur teilweise Ausleuchtung von Partikeln am Rand des Messbereichs. Diese teilweise Ausleuchtung hat zur Folge, dass Partikel kleiner Größenklassiert werden, als sie tatsächlich sind (siehe Abbildung 48, rote Kurve). Über die T-Blende lassen sich Partikel die nur durch den Arm des T's fliegen (kürzere Signallänge) von denen unterscheiden, die auch den Mittelteil des T's passieren (längere Signallänge). Letztere sind im oberen Teil allerdings mit Sicherheit ganz ausgeleuchtet gewesen. Dadurch gibt es beim APDA-372 keinen Randzonenfehler (Abbildung 48, blaue Kurve).

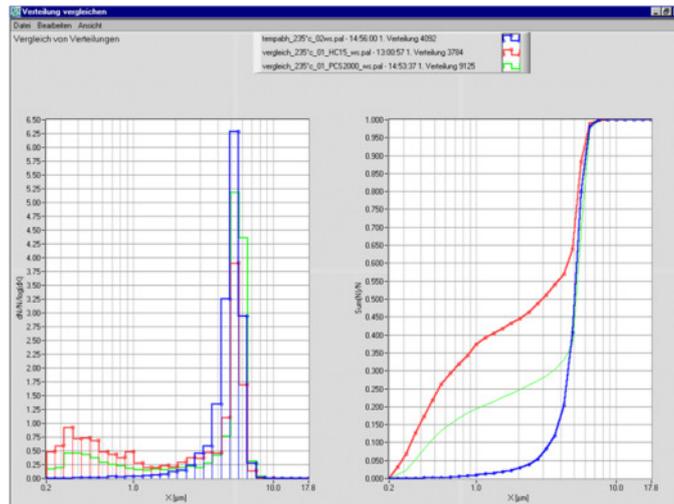


Abbildung 48: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers

mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln

Die Messung der Signallänge ermöglicht des Weiteren auch eine Detektion von Koinzidenz (mehr als ein Partikel im optischen Detektionsvolumen), da in diesem Fall die Signallänge länger ist. Über eine von Dr.-Ing Umhauer und Prof. Dr. Sachweh ermittelte und verifizierte Korrektur lässt sich dann diese Koinzidenz online korrigieren.

Durch eine verbesserte Optik, eine höhere Lichtdichte durch eine neue Weißlicht-LED als Lichtquelle und eine verbesserte Signalauswerteelektronik (logarithmischer A/D Wandler) konnte die untere Detektionsgrenze für die Immissionsmessung bis auf 180 nm gesenkt werden. Dadurch werden insbesondere kleinere Partikel, die vor allem straßennah in hohen Konzentrationen zu finden sind, sehr viel besser berücksichtigt (Abbildung 49).

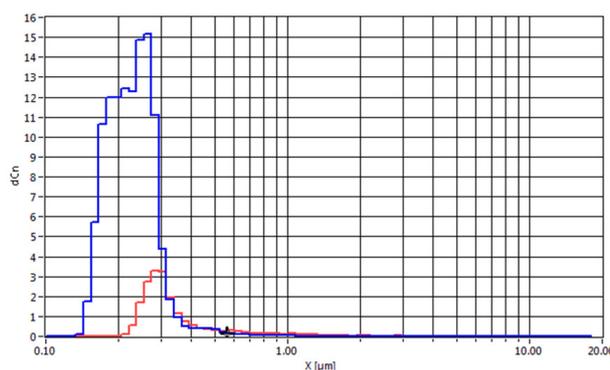


Abbildung 49: Straßen nahe Messung des APDA-372

(Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve)

6.1. Besondere Eigenschaften des APDA-372 Systems

Das APDA-372 System zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

Über die dargestellten Techniken

- eindeutige Kalibrierkurve (polychromatisches Licht und 90° Streulichtdetektion)
- kein Randzonenfehler (patentierte T-Blenden Technologie)
- Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur (digitale Einzelpartikelanalyse)

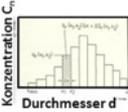
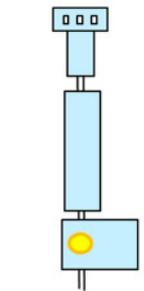
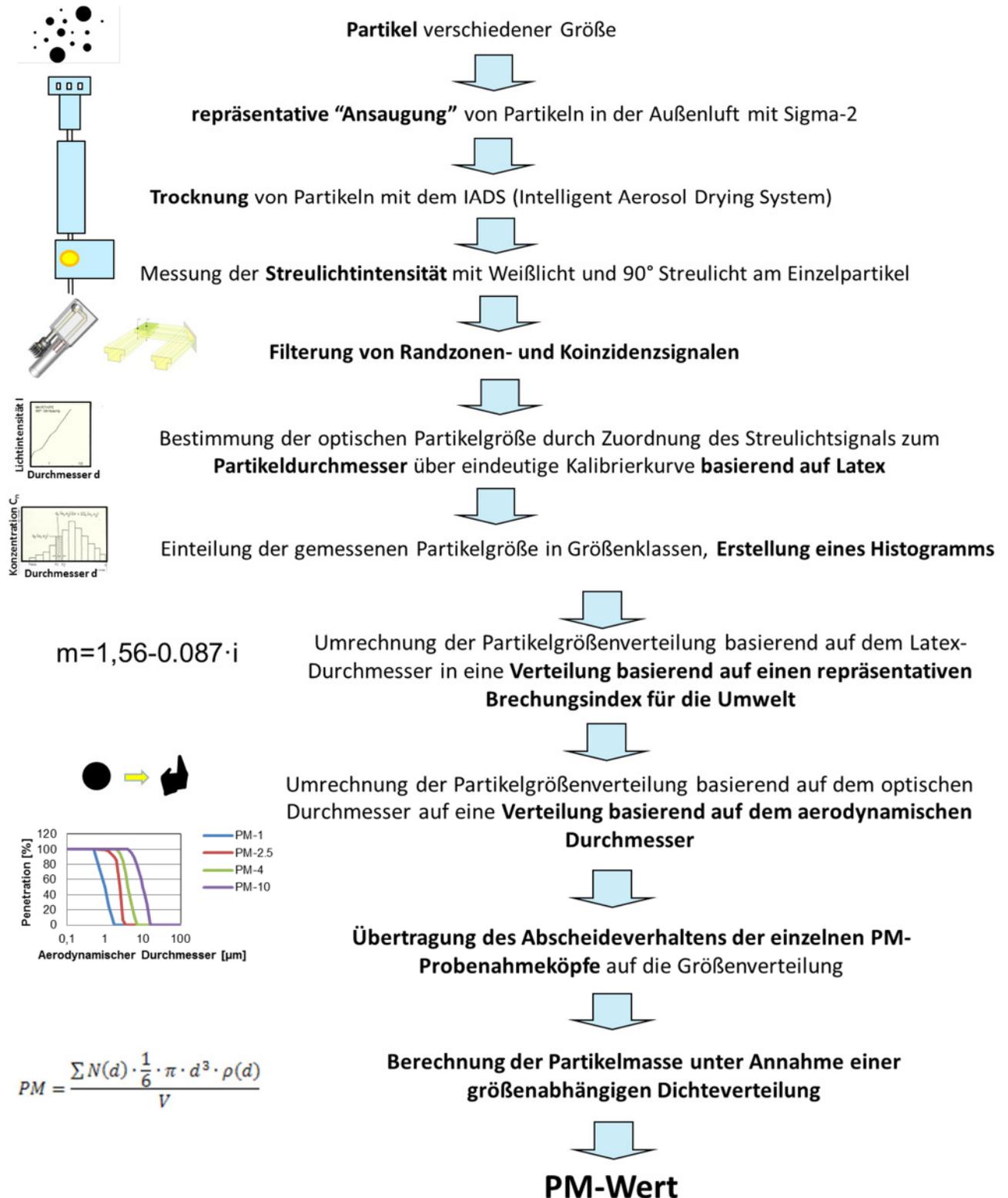
werden folgende entscheidende Vorteile erzielt

- sehr gute Größenauflösung (hohe Anzahl von Rohdatenkanälen)
- sehr gute Größenklassifiziergenauigkeit
- exakte Konzentrationsbestimmung

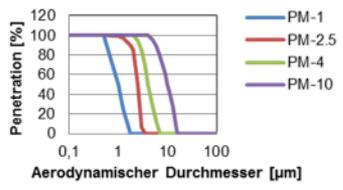
Zusammenfassend lässt sich sagen:

Nur mit einer sehr guten Größenauflösung und einer sehr guten Größenklassifiziergenauigkeit sowie mit einer exakten Konzentrationsbestimmung kann die Massenkonzentration zuverlässig bestimmt werden.

6.2. Überblick über die einzelnen Messschritte



$$m = 1,56 - 0,087 \cdot i$$



$$PM = \frac{\sum N(d) \cdot \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho(d)}{V}$$

Das APDA-372 nutzt die gemessene Partikelgrößeninformation für die Berechnung folgender Staubwerte:

- PM-1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 1 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 2.5 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 4 \mu\text{m}$
- PM-10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 10 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-Brust [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil, der in die Bronchien gelangt
- PM-Lungenbläschen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil, der in die Lungenbläschen gelangt
- PM-einatembar [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Gesamter einatembarer Staubanteil
- PM-gesamt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Gemessener Gesamtstaub

Die oben genannten Staubanteile werden durch Anwendung der Durchdringungskurven für standardisierte Probenahmeköpfe der EN-481 (PM-einatembar, PM-Brust und PM-Lungenbläschen) sowie der US-EPA (PM-1, PM-2.5, PM10) errechnet.

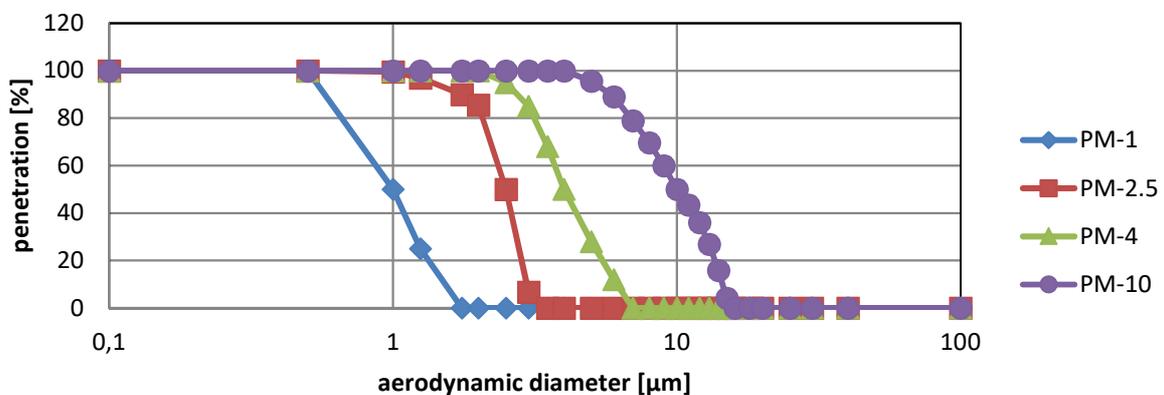


Abbildung 50: verwendete Durchdringungskurven

für PM-1, PM-2.5, PM-4, PM-10 (US-EPA)

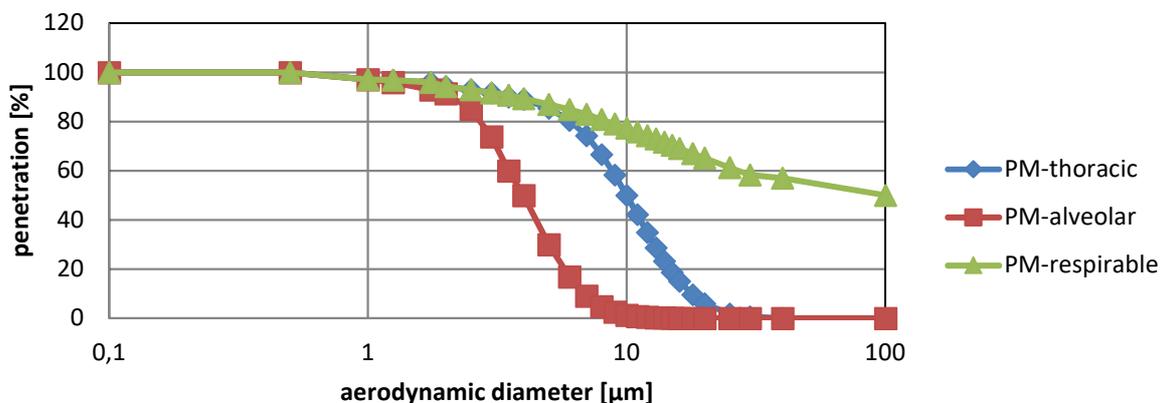


Abbildung 51: verwendete Durchdringungskurven

für Staubmessungen an Arbeitsplätzen im Gesundheitsbereich (EN-481)

Aerodynamischer Durchmesser [µm]	PM-1 [%]	PM-2.5 [%]	PM-4 [%]	PM-10 [%]	PM-Brust [%]	PM-Lungenblässchen [%]	PM-einatembar [%]
0.1	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100
1	50	99.5	100	100	97.1	97.1	97.1
1.25	25	97	100	100	96.8	96	96.8
1.75	0	90	100	100	96	93	96
2	0	85.5	100	100	94.3	91.4	94.3
2.5	0	50	95	100	93	85	93
3	0	6.7	85	100	91.7	73.9	91.7
3.5	0	0	68	100	90	60	90.8
4	0	0	50	100	89	50	89.3
5	0	0	28	95.7	85.4	30	87
6	0	0	12	89	80.5	16.8	84.9
7	0	0	0	79	74.2	9	82.9
8	0	0	0	69.7	66.6	4.8	80.9
9	0	0	0	60	58.3	2.5	79.1
10	0	0	0	50	50	1.3	77.4
11	0	0	0	43.5	42.1	0.7	75.8
12	0	0	0	36	34.9	0.4	74.3
13	0	0	0	26.9	28.6	0.2	72.9
14	0	0	0	15.9	23.2	0.2	71.6
15	0	0	0	4.1	18.7	0.1	70.3
16	0	0	0	0	15	0	69.1
18	0	0	0	0	9.5	0	67
20	0	0	0	0	5.9	0	65.1
25	0	0	0	0	1.8	0	61.2
30	0	0	0	0	0.6	0	58.3
40	0	0	0	0	0	0	57
100	0	0	0	0	0	0	50

Tabelle 3: verwendete Durchdringungen für die Bestimmung der Staubmassenkonzentration

Die oben genannten Staubanteile basieren auf dem aerodynamischen Durchmesser. Der aerodynamische Durchmesser kann wie folgt berechnet werden:

$$x_{aerodynamic} = x \cdot \sqrt{\frac{\rho_{particle}}{1 - \frac{g}{cm^3} \cdot x}}$$

Generell liegt die Dichte der Partikel $\rho_{particle}$ zwischen 0,7 und 3 g/cm³, der Formfaktor χ zwischen 1 und 1,5. Für die Berechnung der PM-Werte geht das APDA-372 von einer Dichte von 1,5 g/cm³ und einem Formfaktor von 1 aus. Diese Werte eignen sich für die meisten Aerosole. Das APDA-372 ist jedoch mit einem gravimetrischen Filtersystem ausgestattet, das für die Messung des Korrekturfaktors C verwendet werden kann. Dieses System berücksichtigt auch den Einfluss des Brechungsindex auf die gemessenen PM-Werte. Durch diesen Faktor C werden die PM-Werte wie folgt korrigiert:

$$PM_{corrected} = C \cdot PM.$$

6.3. Weitere Vorteile

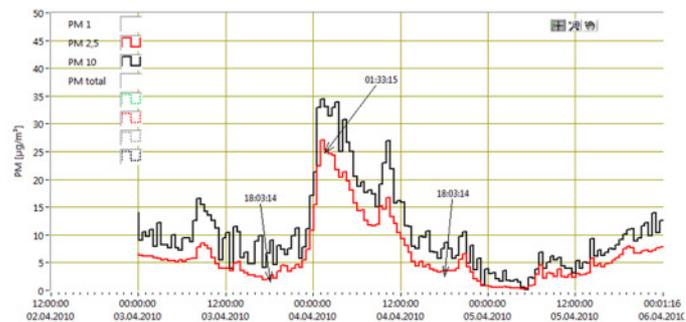
Neben den PM-Fractionen, die kontinuierlich und simultan ausgegeben werden stehen auch die Daten über die gemessene Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung mit einer hohen Zeit- und Größenaufösung (bis zu 32 Größenklassen pro Dekade) zur Verfügung. Diese zusätzliche Information lässt sich nutzen, um ein „Source Apportionment“ durchzuführen oder um die gesundheitliche Relevanz zu beurteilen (größere Partikel dringen tiefer in den menschlichen Atemtrakt ein).

Abbildung 52 zeigt ein Beispiel aus Wien um die Osterzeit. Im zeitlichen Verlauf der PM-Fractionen war plötzlich ein erheblicher Anstieg zu sehen, der dann langsam wieder abklang.

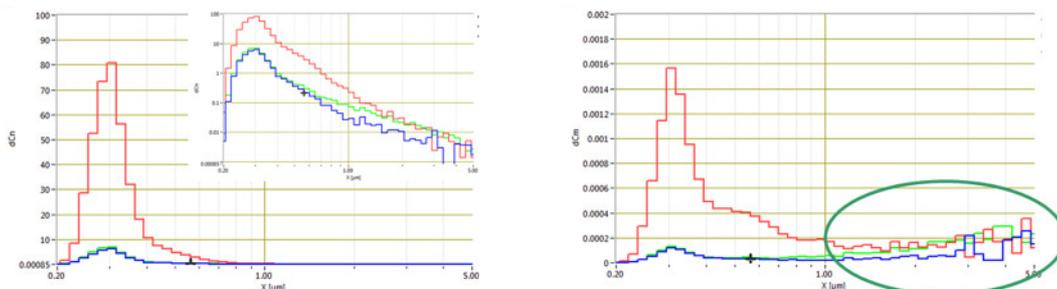
Eine Untersuchung des Phänomens mit Einbeziehung Partikelgrößenverteilung ergab, dass dies durch einen massiven Anstieg der Anzahlkonzentration sehr kleiner Partikel, wie sie für einen Verbrennungsprozess typisch sind, hervorgerufen wurde. Tatsächlich ist alljährlich in vielen Städten in Deutschland und Österreich in der Nacht zum Ostersonntag eine deutlich erhöhte Partikelbelastung messbar. Verursacht wird dies durch Osterfeuer – ein Brauch aus alten Zeiten, der dazu dient, den Winter zu vertreiben. Die hierbei entstehenden Verbrennungsaerosole beinhalten eine hohe Anzahl an kleinen Partikeln. Um das Ausbreitungsverhalten von Feinstaub modellieren zu können, ist neben einer hohen Zeitaufösung (technisch machbar mit dem APDA-372 System ist eine Zeitaufösung von einer Sekunde) auch die Partikelgrößenverteilung von Bedeutung, da für die Vorhersage der Ausbreitung die physikalischen Eigenschaften der Partikel maßgeblich sind. Aus dem Durchmesser lässt sich z.B. die Sinkgeschwindigkeit und aus der Anzahlkonzentration das Koagulationsverhalten ableiten.



*Osterfeuer
 Ein Brauch aus alten Zeiten,
 der dazu dient, den Winter zu
 vertreiben, zu verbrennen.*



Zeitlicher Verlauf der PM-Konzentrationen in der Nacht zum Ostersonntag in Wien



Anzahlgrößenverteilung (links) und Massengrößenverteilung (rechts) des Verbrennungsaerosols des Osterfeuers.
 Blau – 3.4.2010 18:03 Uhr, rot – 4.4.2010 1:33 Uhr, grün – 4.4.2010 18:03 Uhr

**Abbildung 52: Zusätzliche Information durch Partikelgrößenverteilungen
 während eines Anstiegs der PM Konzentrationen**

6.4. Begriffliche Definitionen

- Klassifiziergenauigkeit

Wie exakt ist die Messung des Prüfaerosols? Inwieweit stimmt die ermittelte Partikelgrößenverteilung mit der tatsächlichen Partikelgrößenverteilung des Prüfaerosols überein?

- Auflösungsvermögen

Wie hoch ist die Empfindlichkeit des Geräts? Detektiert der optische Partikelzähler auch eng beieinander liegende Partikelgrößen?

- Mehrdeutigkeit

Erkennt der optische Partikelzähler die Partikelgrößen im Wellenlängenbereich des Laserlichts eindeutig? In 180° - Vorwärtsstreuung entsteht auch bei Weißlicht ebenfalls Mehrdeutigkeit.

- Randzonenfehler

Berücksichtigt das Gerät die durch die Gaußverteilung des Laserlichts entstehenden Abweichungen in den Randbereichen?

- Zählwirkungsgrad

Wie viele Partikel des Prüfaerosols werden bei bekannter Konzentration tatsächlich gemessen?

- Koinzidenzfehler

Wie sorgen Sie dafür, dass der Lichtimpuls von nur einem Partikel erzeugt wird?

6.5. Auswirkungen der Gerätekenngößen

- Randzonenfehler

Das Korngrößenspektrum wird mit einem zu hohen Feinanteil gemessen. Je breiter das Partikelgrößenspektrum, desto größer der Randzonenfehler.

- Koinzidenzfehler

Das Korngrößenspektrum wird zu grob, die Partikelkonzentration wird zu klein gemessen. Laut Definition ist eine 10%-ige Koinzidenz während einer Messung erlaubt.

- Zählwirkungsgrad

Der untere Zählwirkungsgrad bewirkt eine Verschiebung der Partikelgrößenverteilung hin zu größeren Partikeln, da der Feinanteil unterbewertet wird. Beim oberen Zählwirkungsgrad wird dementsprechend der Grobanteil unterbewertet. Die Menge wird falsch bestimmt. Wird mit mehreren Partikelzählern gemessen, so muss der Zählwirkungsgradunterschied zwischen den eingesetzten Zählern bekannt sein. Nur dann sind die Ergebnisse vergleichbar!

- Klassifiziergenauigkeit

Bei Korrelationsmessungen, z. B. mit Impaktoren, wird der Korrelationsfaktor besser, je besser diese Gerätekenngroße ist.

Geräte mit guter Klassifiziergenauigkeit über den gesamten Messbereich liefern zuverlässige Verteilungen.

- Auflösungsvermögen

Bei Korrelationsmessungen, z. B. mit Impaktoren, wird der Korrelationsfaktor besser, je besser diese Gerätekenngroße ist. Geräte mit hohem Auflösungsvermögen können auch eng beieinander liegende bi- und trimodale Verteilungen messen.

7. Sicherstellen korrekter Messbedingungen

Das Messergebnis, d. h. die ermittelte Partikelgrößenverteilung der Einzelmessungen, kann unter ungünstigen Messbedingungen stark von den real vorhandenen, im Aerosolstrom gegebenen Werten abweichen.

Achten Sie deshalb auf:

- Repräsentative Probenahme
- Minimale Partikelverluste durch den Aerosoltransport
- Kein Koinzidenzfehler

Grundsätzlich kann das APDA-372 System nur das messen und darstellen, was es in seinem optischen Messvolumen registriert hat. Das bedeutet, dass der Probenahmestrom des Aerosols möglichst unverfälscht dorthin geführt werden sollte.

Dazu sollten folgende Punkte beachtet werden:

- kurze Leitungen für das Aerosol
- möglichst Leitungen aus Metall, auf keinen Fall längere Kunststoffschläuche (starke Partikelabscheidung wegen elektrostatischer Aufladung)
- vertikale Aerosolführung, da große Partikel (größer 5 μm) sedimentieren bzw. das Aerosol sich entmischt

Grundsätzlich darf sich bei allen zählenden Streulichtmessverfahren im optisch abgegrenzten Messvolumen im Aerosolsensor zur gleichen Zeit immer nur ein einzelnes Partikel befinden, da das Streulicht des Einzelpartikels für die Ermittlung der Partikelgröße ausgewertet wird.

Befinden sich mehr als ein Partikel im Messvolumen, so werden diese Partikel als ein Partikel registriert, d. h. das Partikel wird zu groß und die Anzahl zu klein gemessen.

Wenn das APDA-372 an Standorten genutzt wird, an denen signifikant hohe Konzentrationen auftreten und wenn das Fidas[®] einen Koinzidenzwert höher als 10 % misst, kann es notwendig sein, die Koinzidenzkorrektur einzuschalten, um den Originalkonzentrationsbereich von 0 auf 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ signifikant zu erweitern (siehe auch Kapitel 3.3).

8. Technische Daten APDA-372 System:

Messvolumengröße BxTxH	262 µm x 262 µm x 164 µm	
Maximalkonzentration für 10 % Koinzidenzfehler	In die Steuereinheit integrierter Sensor max. Konzentration bis zu 4.000 P/cm ³	
Maximalkonzentration mit Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur	20.000 P/cm ³	
Maximalkonzentration (Masse)	10.000 µg/m ³	
Kommunikation zwischen Steuereinheit und Auswerterechner	RS-232 (Bayern-Hessen, ASCII oder Modbus) Ethernet (UDP ASCII, TeamViewer, etc.)	
Probenvolumenstrom	4,8 l/min SATP	
Reinigung	Die Gehäuse können mit nicht aggressivem Waschmittel (z.B. Geschirrspülmittel) oder Spiritus gereinigt werden. Reinigung der optischen Teile: siehe Wartung	
Netzanschluss: s. Typenschild! Versorgungsspannung Netzsicherung	230 V, +/-10% 2 Stück T 2 A / 250 V	115 V, +/-10% 2 Stück T 4 A / 130 V
Leistungsaufnahme Netzfrequenz	200 W 47-63 Hz	
Umgebungsbedingungen	Temperaturbereich 5 °C bis 40 °C Schallemission des Gerätes << 85 dBA	
Abmessungen (HxBxT)	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 185 mm x 450 mm x 320 mm	
Gewicht	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 9,3 kg	

Technische Änderungen vorbehalten

APDA-372 / APDA-372 E Feinstaub-Monitor-System Anhang

9. Anhänge:

9.1. Feuchtekompensationsmodul IADS

Bei hoher Außenfeuchtigkeit kondensiert Wasser auf die Partikel auf und verfälscht somit die Partikelgröße. Dieser Effekt wird durch den Einsatz des Feuchtekompensationsmoduls IADS vermieden.

Die Temperatur des IADS wird geregelt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (gemessen mit Wetterstation). Die Minimaltemperatur beträgt 23°C. Die Feuchtekompensation erfolgt dabei durch eine dynamische Anpassung der IADS-Temperatur bis zu einer maximalen Heizleistung von 90 Watt.

Das Feuchtekompensationsmodul IADS wird mit einem Adapter an den Aerosolsensor des APDA-372 Systems angeschlossen. Bei der Reinigung des APDA-372 Aerosolsensors wird der Adapter nach unten geschoben, sodass das Feuchtekompensationsmodul IADS komplett nach oben geschoben werden kann und der Aerosoleingang des APDA-372 Sensors frei zugänglich ist.

Die Steuerung des Feuchtekompensationsmoduls erfolgt über die APDA-372 Firmware (siehe hierzu die Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware).

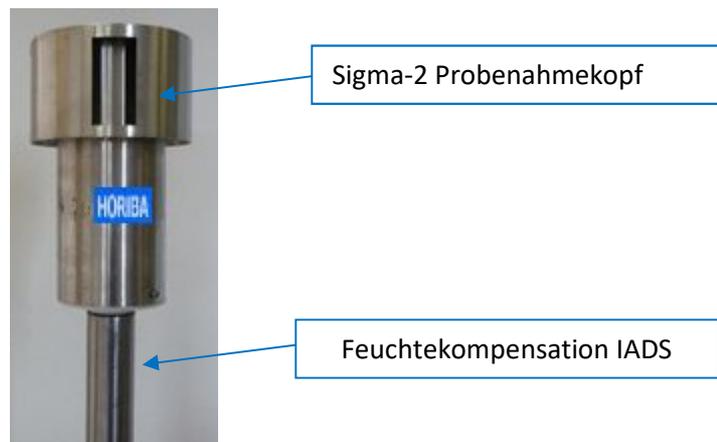


Abbildung 53: Sigma-2 Probenahmekopf

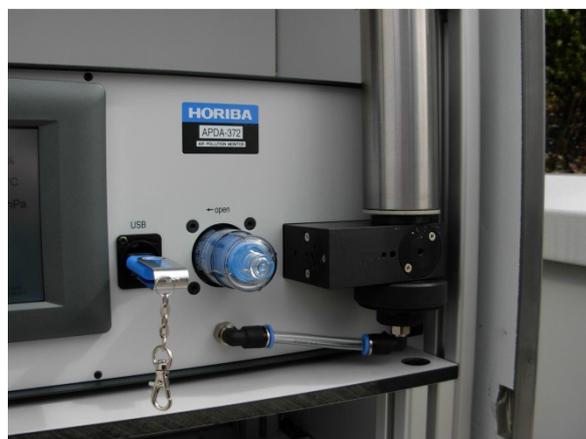


Abbildung 54: APDA-372 Steuereinheit, Aerosolsensor mit IADS

Wichtige technische Abmessungen der IADS:

Länge: 1150 mm plus 80 mm schmales Rohr auf dem der Sigma-2 Kopf platziert ist

Außendurchmesser: 48.3 mm

Verlängerte IADS

Für den Einbau des APDA-372 in einen bestehenden Container bietet HORIBA die Möglichkeit, ein Verlängertes IADS zu nutzen



Abbildung 55: IADS Verlängerung mit Außenrohr

Länge: 1.20 m bis 2.10 m

9.2. Sigma-2 Probenahmekopf

Sigma-2 Probenahmekopf nach VDI 2119-4 für weitgehend windunabhängige Messungen wird einfach auf den Eingang der IADS aufgesteckt und an der Feststellschraube mittels eines Inbusschlüssels fixiert.



Abbildung 56: Sigma-2 Probenahmekopf

Zur Kontrolle sollte der Sigma-2 Kopf alle drei Monate (in Zusammenhang mit der Kalibrierung) auf Grobschmutz überprüft werden.

9.3. Kompakte Wetterstation WS300/WS600-UMB



Abbildung 57: Kompakte Wetterstation WS600-UMB

Die Wetterstation WS300/WS600-UMB wird über die APDA-372 Firmware ausgelesen (siehe hierzu die Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware).

Besondere Merkmale:

- All in One
- Ventilierter Strahlenschutz
- Wartungsfreies Messverfahren
- Offenes Kommunikationsprotokoll

Beschreibung Ländervariante: EU, USA, Kanada

WS600-UMB Kompaktwetterstation zur Messung von Lufttemperatur, relativer Feuchte, Niederschlagsintensität, Niederschlagsart, Niederschlagsmenge, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Die relative Feuchte wird mittels eines kapazitiven Sensorelements erfasst, die Lufttemperatur mit einem präzisen NTC-Messelement. Die Niederschlagsmessung erfolgt mittels eines 24 GHz-Dopplerradars. Gemessen wird die Tropfengeschwindigkeit jedes einzelnen Tropfens (Regen/Schnee). Anhand der Korrelation von Tropfengröße und -geschwindigkeit werden Niederschlagsmenge bzw. -intensität ermittelt. Die Art des Niederschlages (Regen/Schnee) wird durch die unterschiedliche Fallgeschwindigkeit bestimmt. Ein großer Vorteil gegenüber den gängigen Kipplöffel- bzw. Kippwaagen- Verfahren besteht in der wartungsfreien Messung. Die Windmessung erfolgt mit Ultraschall-Sensorik. Die Messdaten stehen in Form eines Standard-Protokolls (Luft-UMB-Protokoll) zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

WS300-UMB Kompaktwetterstation zur Messung von Lufttemperatur, relativer Feuchte, und Luftdruck. Die relative Feuchte wird mittels eines kapazitiven Sensorelements erfasst, die Lufttemperatur mit einem präzisen NTC-Messelement. Die Messdaten stehen in Form eines Standard-Protokolls (Luft-UMB-Protokoll) zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

9.3.1. Technische Daten der WS600-UMB

Abmessungen	Ø ca. 150mm, Höhe ca. 345mm
Gewicht	ca. 2,2kg
Schnittstelle	RS485, 2-Draht, halbdublex
Spannungsversorgung	24 VDC ±10% <4VA (ohne Heizung)
zul. Betriebstemperatur	-50...60°C
zul. rel. Feuchte	0...100% r.F.
Heizung	40VA bei 24VDC
Kabellänge	10m
Sensor für Temperatur:	
Prinzip	NTC
Messbereich	-50 .. 60 °C
Einheit	°C
Genauigkeit	±0,2°C (-20...50°C), sonst ±0,5°C (>-30°C)
Sensor für Rel. Feuchte:	
Prinzip	kapazitiv
Messbereich	0 .. 100 % r.F.
Einheit	% r.F.
Genauigkeit	±2% r.F.
Sensor für Luftdruck:	
Prinzip	MEMS kapazitiv
Messbereich	300 .. 1200 hPa
Einheit	hPa
Genauigkeit	±1,5hPa

Sensor für Windrichtung:

Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 359.9 °
Einheit	°
Genauigkeit	±3°

Sensor für Windgeschwindigkeit:

Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 60 m/s
Einheit	m/s
Genauigkeit	±0,3m/s oder 3% (0...35m/s)

Sensor für Niederschlagsmenge:

Auflösung	0.01 mm
Reproduzierbarkeit	typ.>90%
Messbereich Tropfengröße	0,3...5mm
Niederschlagsart	Regen/Schnee

9.3.2. Technische Daten der WS300-UMB

Abmessungen	Ø ca. 150mm, Höhe ca. 223mm
Gewicht	ca. 1 kg
Schnittstelle	RS485, 2-Draht, halbdublex
Spannungsversorgung	4...32VDC
zul. Betriebstemperatur	-50...60°C
zul. rel. Feuchte	0...100% r.F.
Kabellänge	10m
Sensor für Temperatur:	
Prinzip	NTC
Messbereich	-50 .. 60 °C
Einheit	°C
Genauigkeit	±0,2°C (-20...50°C), sonst ±0,5°C (>-30°C)
Sensor für Rel. Feuchte:	
Prinzip	kapazitiv
Messbereich	0 .. 100 % r.F.
Einheit	% r.F.
Genauigkeit	±2% r.F.
Sensor für Luftdruck:	
Prinzip	MEMS kapazitiv
Messbereich	300 .. 1200 hPa
Einheit	hPa
Genauigkeit	±1,5hPa

