

GMD 13

Neues gravimetrisches Messsystem mit Vor-Ort-Auswertung



An industriellen Anlagen kann die Messung des Staubgehaltes aus verschiedenen Gründen notwendig sein. So besteht bei größeren Betrieben (z.B. Kraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen) die Notwendigkeit, die Abgase hinsichtlich ihrer Emissionen kontinuierlich zu überwachen. Bei Anlagen mit einem geringeren Emissionspotential müssen in regelmäßigen Abständen die Konzentrationen bestimmter Schadstoffe mit Hilfe von Einzelmessungen nachgewiesen werden. Auf die gleiche Weise können Messungen des Staubgehaltes an Filteranlagen und Abscheidern, z.B. als Abnahmemessungen oder Leistungsmessungen, durchgeführt werden.



Im Falle der kontinuierlichen Staubkonzentrationsmessung können unterschiedliche Messverfahren (z.B. optisch oder triboelektrisch) eingesetzt werden. Alle Messgeräte haben die gemeinsame Eigenschaft, dass sie nach der Installation und dann meist im Intervall von 3 Jahren unter den konkreten Anlagenbedingungen kalibriert werden müssen. Diese Kalibrierung wird mittels gravimetrischer Vergleichsmessungen durchgeführt, welche auch bei den Einzelmessungen Anwendung finden.

Dabei wird unter definierten Bedingungen eine partikelbeladene Gasprobe aus dem Abgasstrom entnommen und über eine Filterhülse, oder einen Planfilter, geleitet. Nach deren aufwendiger Vorkonditionierung wird das Leergewicht des Filters ermittelt. Anschließend erfolgt eine erneute Konditionierung und danach die Bestimmung des Gewichtes des beladenen Filters. Dies erfolgt in der Regel in einem Prüflabor.

Jede einzelne Probenahme vor Ort dauert üblicherweise 30 Minuten. Für eine Vergleichsmessung zur Kalibrierung, bei der zeitgleich die Halbstundemittelwerte des kontinuierlich arbeitenden Messgerätes aufgezeichnet werden, sind mindestens 15 Proben an 3 Tagen zu entnehmen.

Das Verfahren ist unter anderem nach DIN EN 13284-1 und VDI 2066 Blatt 1 standardisiert, um repräsentative Ergebnisse zu erzielen. Eine zeitnahe Aussage über den Staubgehalt an der Anlage während der Messungen gibt es jedoch nicht. Erst wenn die Filter im Prüflabor unter definierten Bedingungen gewogen worden sind, kann der tatsächliche Staubgehalt angegeben werden. Dies kann unter Umständen mehrere Tage dauern. Insbesondere bei Abnahme- bzw. Kontrollmessungen im Ausland ist dieser Zeitverzug unbefriedigend. Obwohl Staubgehaltsmessungen dieser Art bereits seit dem 19. Jahrhundert durchgeführt werden, ist eine parallele Auswertung in räumlicher Nähe bis zu diesem Zeitpunkt nicht gelungen.

Der Stand der Technik ist gekennzeichnet durch die seit Jahrzehnten genutzten Standardverfahren und Geräte diverser Anbieter. Dabei sind die Probenahmegeräte, Ausrüstungen zur Vor- und Nachbehandlung der Proben und die Wägeeinrichtungen zu unterscheiden.

Dieses Standardreferenzmessverfahren ist ausführlich in der DIN EN 13284-1 bzw. VDI 2066 Blatt 1 beschrieben. Das Prinzip der gravimetrischen Messung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Vor Beginn der Messung wird die Filterhülse bzw. der Planfilter aus der Messapparatur einer Vorbehandlung unterzogen und anschließend gewogen. Nach DIN EN 13284-1 beträgt die Temperatur im Trockenschrank für die Filter sowie gegebenenfalls andere zu wägende Teile 180 °C und die Dauer der Abkühlung im Exsikkator mindestens 8 Stunden.

Da zur Staubgehaltsbestimmung die Differenz in der Massewägung vor und nach der Beaufschlagung der Filter benutzt wird, sollte nach DIN EN 13284-1 die Nachbehandlung gleichgeartet verlaufen. Die Trocknung nach der Staubentnahme sollte bei 160 °C über 1 Stunde dauern. Der zeitliche Aufwand für die Abkühlung im Exsikkator auf die Temperatur des Raumes, in dem die Wägung stattfindet, sollte 8 Stunden betragen. In Abhängigkeit von den Eigenschaften des Staubes, insbesondere der thermischen Stabilität, können auch andere Temperaturen gewählt werden.

Die extraktive Probenahme für die Erfassung von Partikeln muss isokinetisch erfolgen. Das heißt, die Entnahme des Teilvolumenstromes erfolgt mit

annähernd gleicher Geschwindigkeit wie im Hauptabgasstrom, um Entmischungerscheinungen bei der Probenahme vorzubeugen.

Dazu muss ein für die einzustellenden Absaugraten geeigneter Düsendurchmesser verwendet werden. Nach DIN EN 13284-1 sind Düsen mit einem Durchmesser von mindestens 8 mm zu nutzen. Außerdem ist die Kenntnis über die Strömungsverhältnisse im Messquerschnitt erforderlich.

Ist die Abgasgeschwindigkeit an der Messstelle nicht bekannt, ist eine Messung mittels Staudrucksonde bzw. Prandtl-Staurohr mit angeschlossenem Manometer durchzuführen. Von der hakenförmigen Sonde des Prandtl-Staurohrs, die gegen die Abgasströmung gerichtet ist, werden Gesamtdruck und statischer Druck abgenommen sowie aus dem Differenzdruck und der Gasdichte die örtliche Geschwindigkeit berechnet. Die Messung erfolgt über Differenzdruckmanometer. Gemäß DIN EN 13284-1 ist diese Messung während der Probenahme kontinuierlich oder mindestens im Intervall von 5 Minuten durchzuführen.

Am Ende der Messung vor Ort liegt der Wert für das abgesaugte trockene Messgasvolumen vor. Nach der Nachbehandlung des Filters im Labor wird die Gewichtsänderung ermittelt. Über diese und das abgesaugte Messgasvolumen wird die Staubkonzentration in mg/m^3 i.N.tr. berechnet.

Die am Markt erhältlichen gravimetrischen Staubmesssysteme inklusive der benutzten Laborausrüstungen erreichen Messgenauigkeiten von ca. 0,1...1 mg/m^3 .

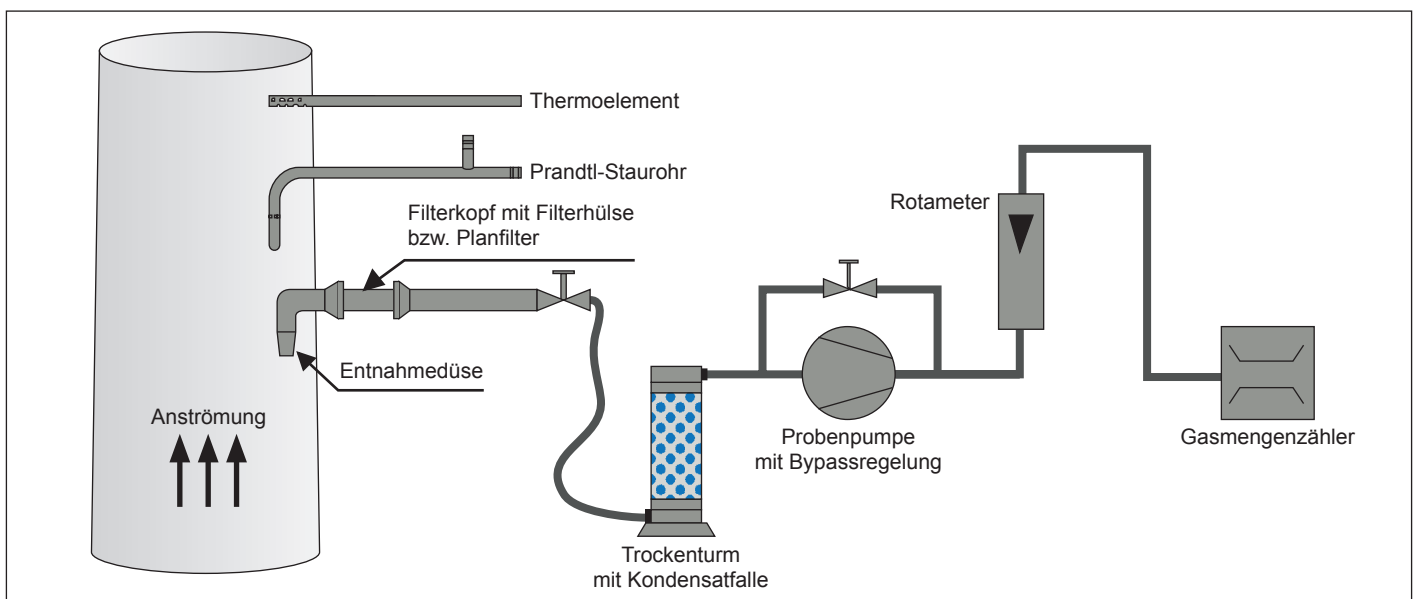


Abb. 1: Gravimetrische Messung nach DIN EN 13284-1

Das gravimetrische Messsystem GMD 13

Das GMD 13 der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG ist ein kompaktes und hochgradig automatisiertes System zur isokinetischen gravimetrischen Staubmessung in Abgaskanälen und Kaminen in Anlehnung an die DIN EN 13284-1.

Das System ist eine Weiterentwicklung der GMD-Baureihe, welche von der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG bereits seit einigen Jahren erfolgreich für gravimetrische Vergleichsmessungen vertrieben wird.

Durch die integrierte Heißwägung handelt es sich beim GMD 13 um das weltweit erste Messsystem, mit dem es möglich ist, bereits kurze Zeit nach der Messung Aussagen über die vorliegende gravimetrisch bestimmte Staubkonzentration zu treffen. Zusätzliche labortechnische Ausrüstungen für die gravimetrische Messung sind damit nicht mehr nötig; auch Transportwege und -zeiten erübrigen sich. Zudem werden durch den einfachen und sicheren Aufbau des Systems und die projektorientierte Software Fehlerquellen bei der Messung minimiert.

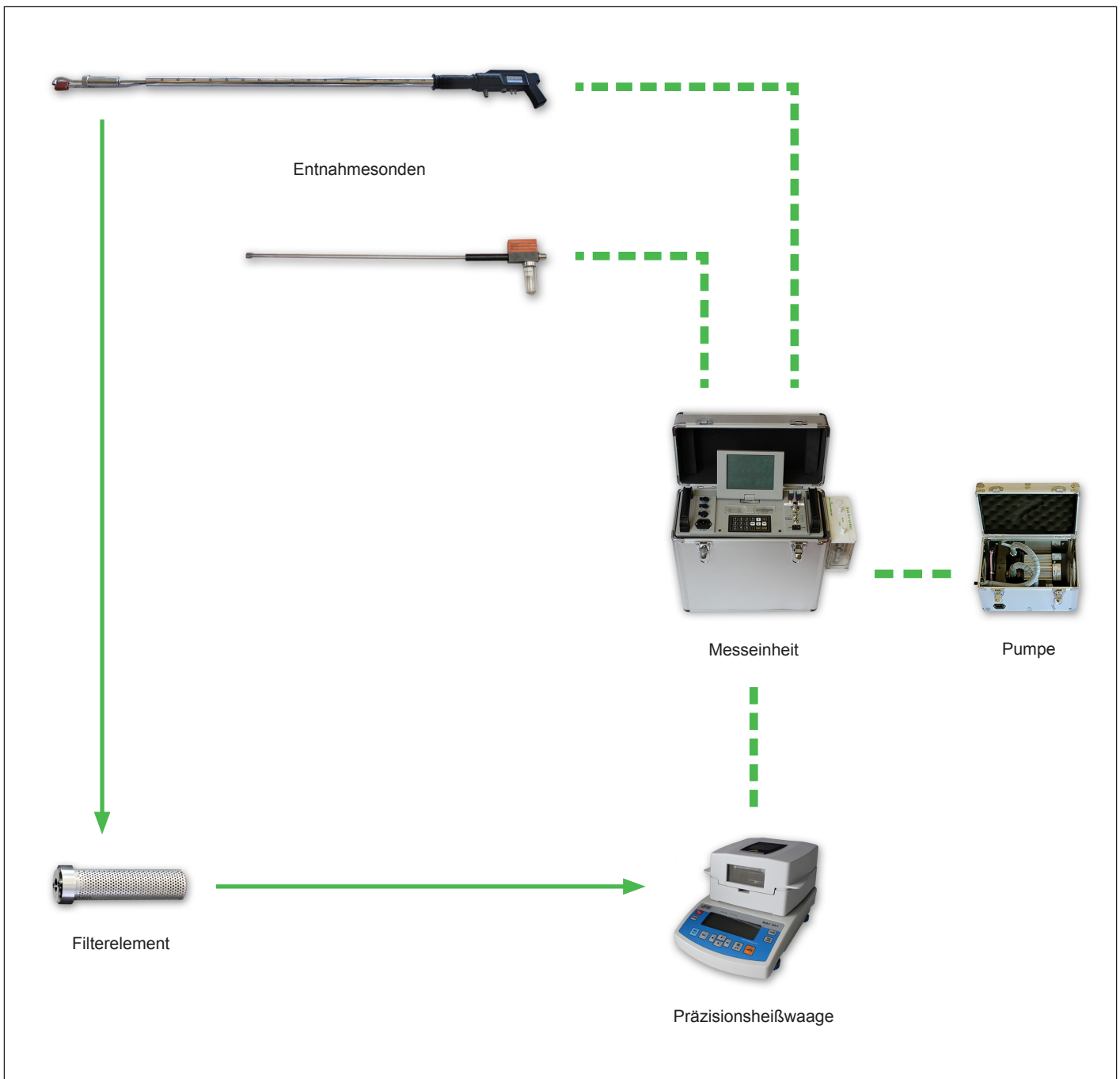


Abb. 2: Das gravimetrische Messsystem GMD 13

Messaufbau bei der Staubentnahme

Mit dem GMD 13 werden die Messgasgeschwindigkeit, der Messgasdruck und das entnommene Messgasvolumen registriert. Außerdem kann die Messgasfeuchte mit einer separaten Entnahmesonde gemessen werden. Somit werden alle relevanten Größen zur Bestimmung des Staubgehaltes unter Normbedingungen vom System erfasst und die Messgasentnahme vollautomatisch isokinetisch geregelt.

Die Steuerung des GMD 13 besitzt zwei zusätzliche mA-Messeingänge (0...20 mA). Über diese können

bei der Staubentnahme die Messwerte vorhandener automatischer Staubmesssysteme erfasst werden. Dies erspart einen separaten Schreiber. Des Weiteren ist es möglich, an Anlagen, bei denen keine kontinuierliche Messung installiert ist, ein direkt anzeigendes Staubmessgerät bzw. einen Staubsensor parallel zu betreiben (z.B. das PFM 13 C der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG). Dieses wird aktiv vom GMD 13 mit 24 V versorgt. Durch den Parallelbetrieb können betriebsbedingte Anlagenveränderungen automatisch erfasst und ausgewertet werden.

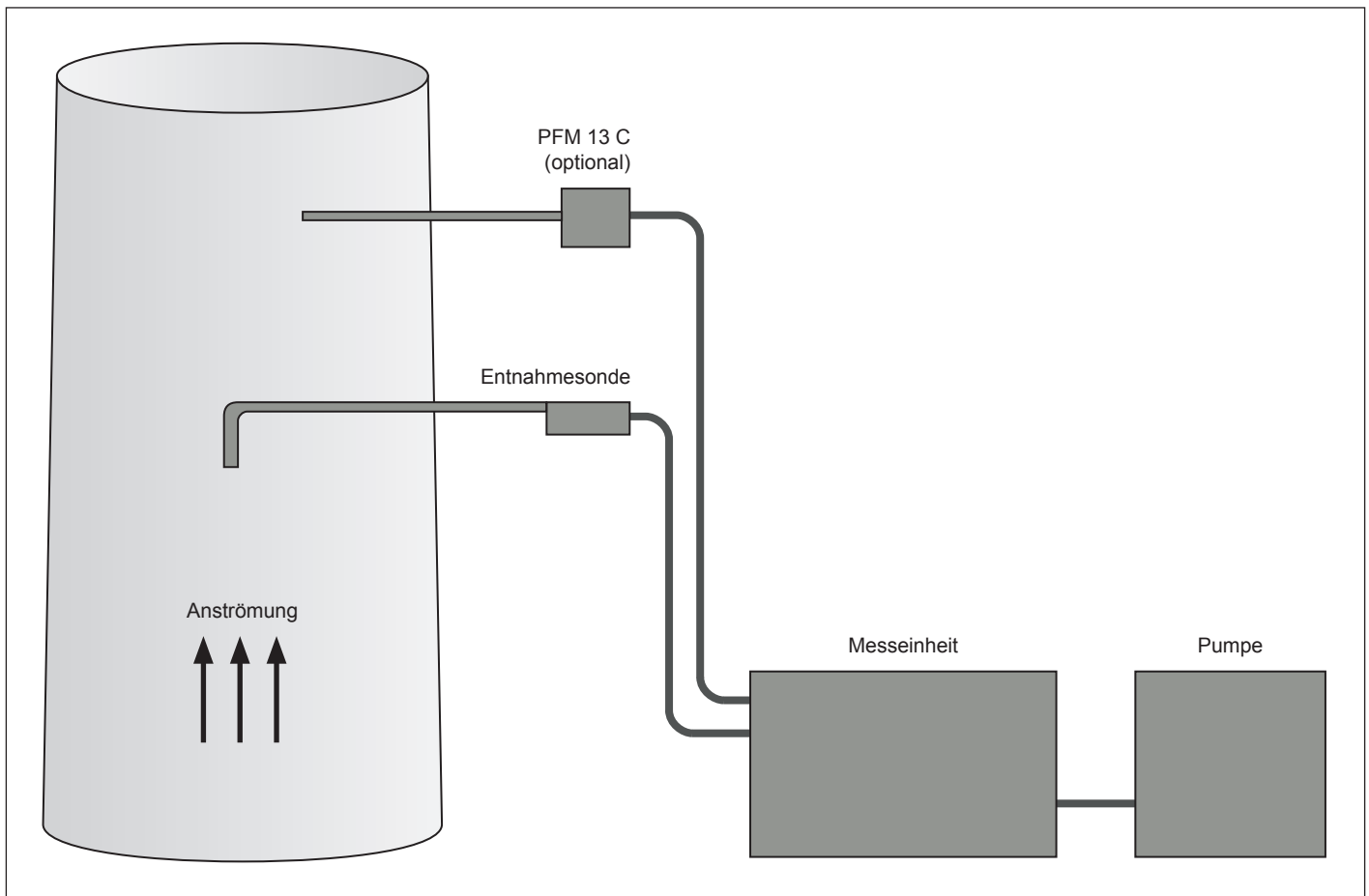


Abb. 3: Messaufbau Staubentnahme (optional mit PFM 13 C)

Durch das neue gravimetrische Messsystem GMD 13 wird eine einfache und sichere Handhabung des Gesamtsystems vor Ort ermöglicht.

Die Präzisionsheißwaage ist für den Transport in einem Transportkoffer untergebracht.

Die wesentliche Weiterentwicklung des GMD 13 besteht im patentierten Verfahren der in das Messsystem integrierten Heißwägung des Filters. Dadurch entfällt die aufwendige Konditionierung vor und nach der Staubentnahme und es besteht die Möglichkeit, noch vor Ort die gemessene Staubkonzentration zeitnah zu bestimmen.

Die Konditionierung wird vermieden, da der Filter bei der Wägung so stark erhitzt wird, dass der gesamte vorliegende Wassergehalt aus dem Filter verdrängt wird. Mit der eingesetzten Präzisionsheißwaage kann der Filter während der Wägung auf bis zu 160 °C erhitzt werden.

Die verwendeten Filter bestehen aus gepressten Glas- oder Quarzfasern und erfordern einen sehr sorgsamem Umgang. Um die Handhabung zu verbessern, wird der verwendete Filter mit einem robusten



Abb. 4: Präzisionsheißwaage mit Transportkoffer

Filterhalter geschützt, der bei der Heißwägung mit gewogen wird. Die Wägung des kompletten Filterelements ist nach DIN EN 13284-1 zulässig.

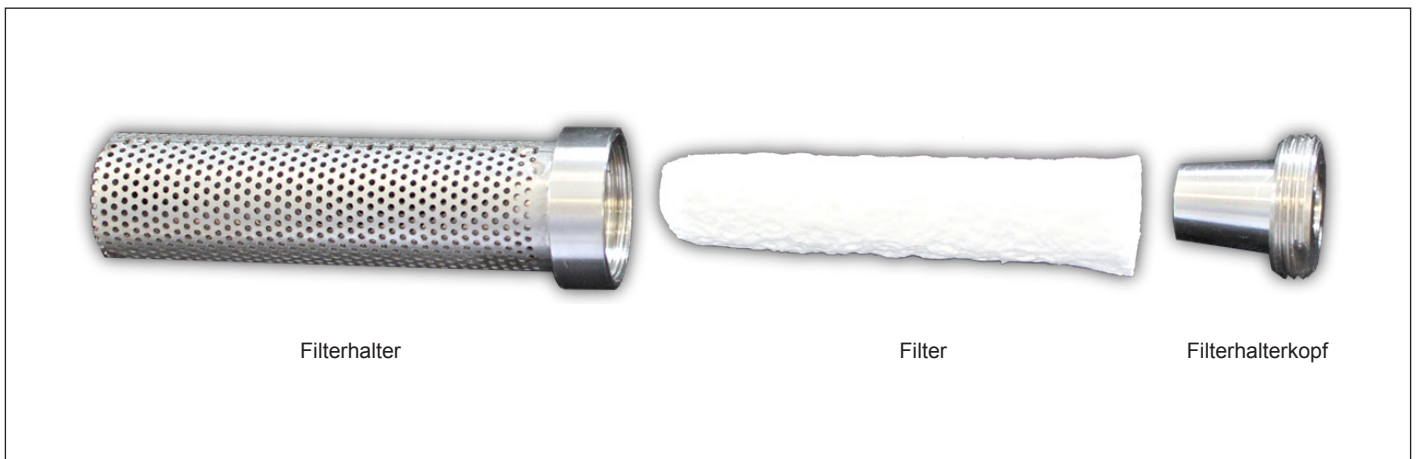


Abb. 5: Filterelement

Wertegenauigkeit

Vor dem Wägevorgang wird die Präzisionsheißwaage austariert und direkt mit der Steuerung des GMD 13 an der Messeinheit verbunden. Die Wägung mit der Präzisionsheißwaage erfolgt vor und nach der gravimetrischen Messung in einem sauberen, zugluftgeschützten und schwingungsfreien Raum (z.B. Büro, Werkstatt, Hotelzimmer).

Die Steuerung führt durch den Wägeprozess und übernimmt die Messwerte. An der Präzisionsheißwaage sind keine Einstellungen notwendig. Das Auswiegen erfolgt halbautomatisiert mit einer Wägegenauigkeit von weniger als 1,0 mg. Das Ende der Wägung wird mit einem Signalton gemeldet.

Über eine Mehrfachwägung desselben Filterelements kann die Wägegenauigkeit mit vertretbarem

Zeitaufwand auf 0,4 mg verbessert werden. Bereits nach ca. 3 bis 5 Wägungen ergibt sich ein stabiler Mittelwert, sodass präzise Messergebnisse erzielt werden können.

Abbildung 6 zeigt typische Messwerte einer Mehrfachwägung an zwei Messtagen mit jeweils 11 Wägungen. Bereits nach der 5. Wiederholungswägung liegt die Wägedifferenz der ermittelten Mittelwerte unter 0,25 mg. Selbst starke Schwankungen, beispielsweise durch die große Abweichung einer Einzelwägung (siehe Kennzeichnung), beeinflussen den Mittelwert unmaßgeblich.

Die Zeit für die erste Wägung liegt im Bereich von 5 bis 30 Minuten, der zeitliche Aufwand für weitere Wägungen liegt bei 3 bis 15 Minuten je Wägung.

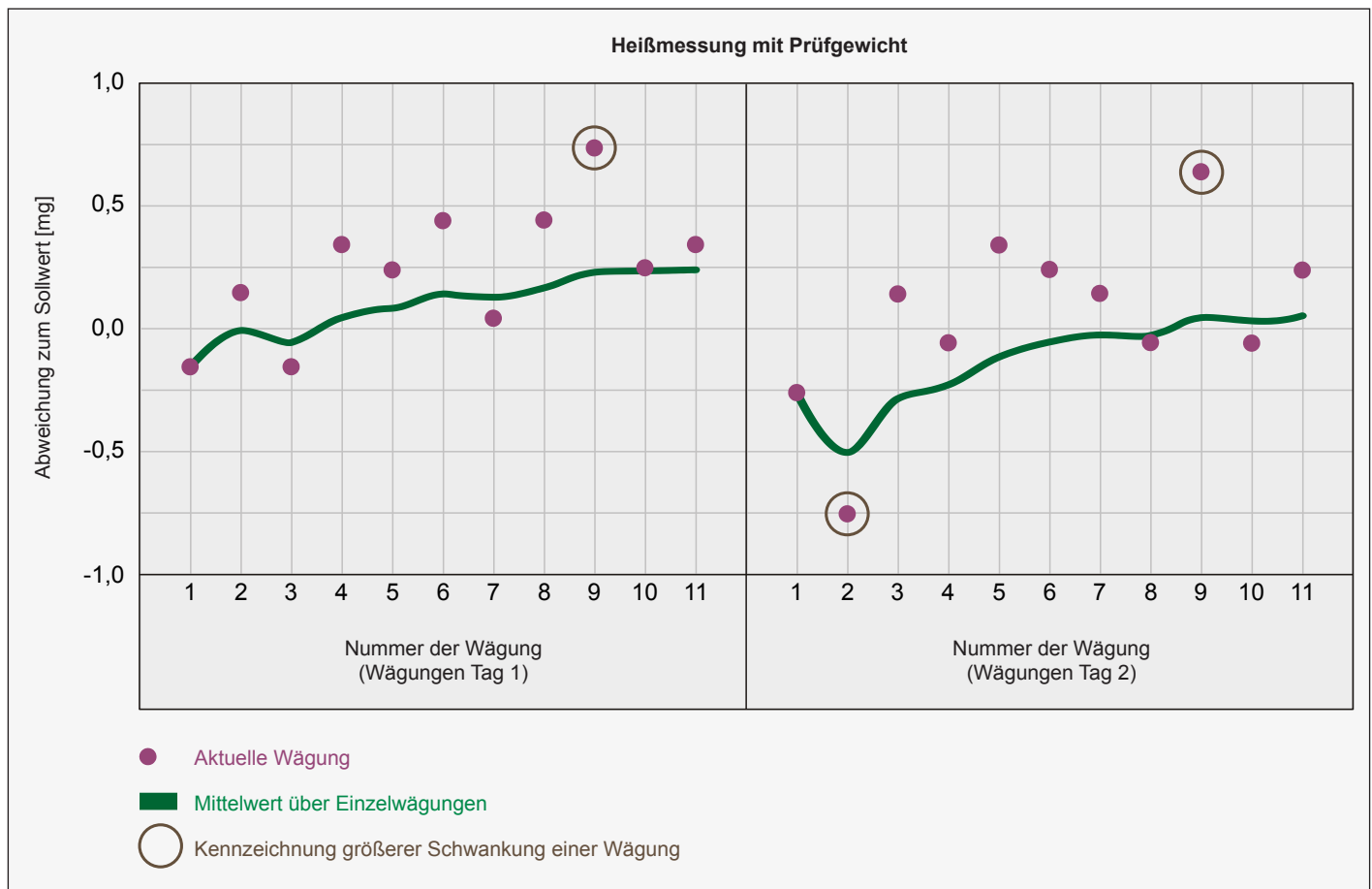


Abb. 6: Verbesserung der Wägegenauigkeit bei Mehrfachwägung eines Filterelements

Die gegenüber den Vorgängermodellen überarbeitete Software arbeitet projektorientiert. In einem Projekt werden über verschiedene Filter alle Messungen und Einstellungen einer Messstelle zusammengefasst und gemeinsam ausgewertet. Zudem können die Ergebnisse einer Wägung nach DIN EN 13284-1 in die Messeinheit des GMD 13 eingegeben und zur Auswertung vergleichsweise herangezogen werden.

Bei der Staubentnahme werden der Druckabfall über das Filterelement und optional die Signale der mA-Eingänge während der Messung in der Anzeige der Messeinheit wie folgt dargestellt.

Die Messwerte des GMD 13 können vor Ort ausgegeben oder auf eine CompactFlash-Speicherkarte geschrieben werden, um sie an einem PC weiter nutzen zu können.

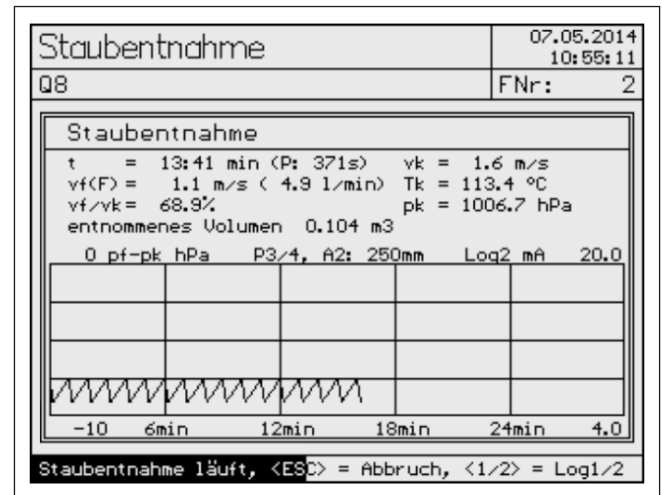


Abb. 7: Anzeige der Messeinheit des GMD 13 bei der Staubentnahme

Messablauf und Ergebnisse

Der Messablauf für eine gravimetrische Messung mit dem GMD 13 lässt sich wie folgt beschreiben:

1. Anlegen eines neuen Projektes und geplanter Filter/Messungen mit der Software des GMD 13; Vorbereiten der benötigten Filterhalter mit den Filtern
2. Aufstellen der Präzisionsheißwaage an einem trockenen, zugluftgeschützten und erschütterungsfreien Ort
3. Auswägen der Filterhalter und Filter mit der Präzisionsheißwaage
4. Aufbauen des Messsystems an der Staubentnahmestelle
5. Messung der absoluten Feuchte im Abgas an der Staubentnahmestelle mit der Feuchtesonde bzw. Übernahme eines bekannten Messwertes und Eingeben der Gasparameter (O_2 , CO_2)
6. Messung der Abgasgeschwindigkeit mit der Staubmesssonde und Montage der Entnahmedüse → Die Auswahl der geeigneten Entnahmedüse wird vom GMD 13 unterstützt.
7. Eingeben der Randparameter zur Messung (Messzeit, Querschnitt, Flanschtiefe, Messpunkte)

8. Einlegen des Filterelements in die Filteraufnahme der Staubentnahmesonde
9. Start der Messung/Staubentnahme
→ Je nach Vorgabe wird die Änderung der Messpunkte akustisch signalisiert und grafisch dargestellt.
10. Wiederholung der Messungen mit weiteren Filterelementen (wie in den Schritten 8 und 9 beschrieben)
11. Auswägen der Filterelemente mit der Präzisionsheißwaage (gleiche Waage, gleicher Wägeort)
12. Berechnung des Ergebnisses der Staubprobentnahme durch das GMD 13
→ Die Ausgabe der Werte erfolgt am Display, mittels Drucker oder über Auslesen der CompactFlash-Speicherkarte am PC.

Abbildung 8 zeigt einen Vergleich der ermittelten Staubkonzentrationen durch Heißwägung mit dem GMD 13 und durch Wägung nach DIN EN 13284-1 (32 Messungen am Staubkanal).

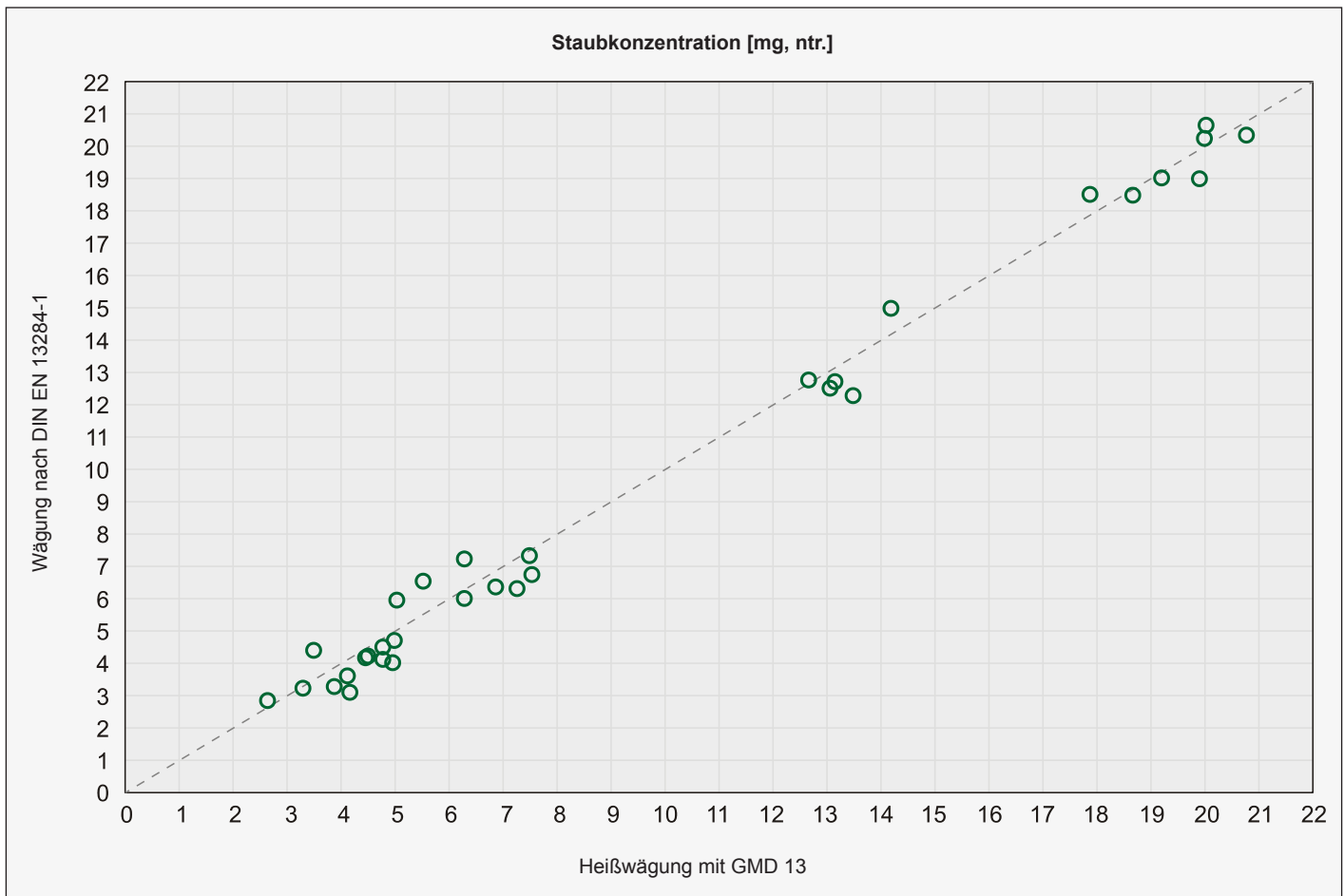


Abb. 8: Staubkonzentration, Vergleich der Wägeverfahren des GMD 13 und nach DIN EN 13284-1

Das GMD 13 der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG ist ein kompaktes und hochgradig automatisiertes System zur isokinetischen gravimetrischen Staubmessung in Abgaskanälen und Kaminen. Zur Bestimmung des Staubgehaltes werden alle relevanten Größen unter Normbedingungen erfasst und die Messgasentnahme vollautomatisch isokinetisch geregelt. Einfacher und sicherer Aufbau des Systems sowie projektorientierte Software sorgen für präzise Messergebnisse.

Als weltweit erstes Messsystem besitzt das GMD 13 eine integrierte Heißwägung mit der Möglichkeit der Vor-Ort-Auswertung ohne zusätzliche labortechnische Ausrüstung. Des Weiteren ermöglicht es einen Parallelbetrieb mit einem direkt anzeigenden Staubmessgerät bzw. einem Staubsensor, sodass betriebsbedingte Anlagenveränderungen automatisch erfasst und ausgewertet werden können.

Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG
Zwenkauer Straße 159
04420 Markranstädt
Deutschland

Tel.: +49 34205 755-0
Fax: +49 34205 755-40
E-Mail: vertrieb@foedisch.de
Internet: www.foedisch.de

