



# VAKUUMSYSTEME FÜR DIE MOBILE ANALYTIK

## Massenspektrometer und Lecksuchgeräte für den Feldeinsatz

Immer mehr Anwendungen erfordern Analysensysteme, die einfach transportiert und dadurch mobil eingesetzt werden können. Mobile Gasanalyse, Massenspektrometrie und Lecksuche kommen unter anderem bei Untersuchungen von Umweltbelastungen durch Straßen- und Luftverkehr, bei der Qualitätsanalyse von Wasser, der Detektion von Spreng- und Giftstoffen an Flughäfen sowie bei der mobilen Atemgasanalyse zum Einsatz.

Die Herausforderungen der mobilen Analytik an das eingesetzte Vakuumequipment sind groß: Vor- und Hochvakuumpumpen sowie Massenspektrometer müssen in erster Linie klein und leicht sein. Darüber hinaus sollten sie einen geringen Energiebedarf haben und auch in Bewegung bei leichten Erschütterungen betriebssicher arbeiten können.

Tabelle 1 liefert einen detaillierten Überblick über die Anforderungen. Im Folgenden werden einige Beispiele für bereits realisierte mobile Analysensysteme und ihre Anwendungsbereiche dargestellt.

### **Mobiles Massenspektrometersystem im Fahrzeug mit Lösungen von Pfeiffer Vacuum**

An der University of North Texas in den USA haben Wissenschaftler unter der Leitung von Dr. Verbeck ein mobiles Massenspektrometersystem entwickelt, das im Kofferraum eines Hybrid-PKW installiert wurde. Dort wird es zum Beispiel verwendet, um direkt vor Ort negative Einflüsse von Fracking-Feldern auf die Umwelt zu untersuchen. Wichtigste Herausforderung dieses mobilen Systems:

Applikation	Anforderung an	
	Turbomolekularpumpe	Vorvakuumpumpe
Tragbares Massenspektrometer	klein	
	leicht	
	24 V DC Versorgung	
	geringer Leistungsbedarf	
	Betrieb in Bewegung	
	Endvakuum < 10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-5</sup> hPa	Endvakuum < 3 hPa
	zu pumpen ist Luft	
	10 l/s-Klasse sehr robust	sehr robust
	30 – 80 l/s-Klasse portabel	
Tragbarer Heliumlecksucher	klein	
	leicht	
	geringer Leistungsbedarf	
	Betrieb in Bewegung	
	Kompressionsverhältnis für Helium > 10 <sup>5</sup>	Endvakuum < 10 hPa
	zu pumpen ist Helium	
	Heliumsaugvermögen > 30 l/s	Heliumsaugvermögen > 1,5 m <sup>3</sup> /h
	SplitFlow-Ausführung für High/Low	mehrstufig (Membranpumpe)
	schnelle Betriebsbereitschaft	
kurze Erholungszeit nach Heliumeinbruch		

Tabelle 1: Anforderungen an das Vakuumequipment in mobilen Systemen

Alle Vakuumkomponenten müssen mit 24 V DC betrieben werden. Weitere Kriterien für die Auswahl des optimalen Equipments waren

- Niedriges Gewicht
- Kleiner Bauraum
- Geringste Leistungsaufnahme für langen Batteriebetrieb
- Robustheit des Vakuumequipments gegenüber Erschütterungen

Die Wahl der Forscher fiel angesichts dieser hohen Qualitätsanforderungen auf die Lösungen von Pfeiffer Vacuum. In dem in Abbildung 1 gezeigten System sind neben dem Analysator eine spezielle kleine SplitFlow-Turbopumpe und eine Membranpumpe MVP 003 mit DC-Antrieb als Vorpumpe eingebaut.

### Tragbare Massenspektrometersysteme

Pfeiffer Vacuum hat in einem Pilotprojekt einen Prototyp eines Vakuumsystems für ein tragbares Massenspektrometersystem entwickelt. Es ist auf einem Tragegestell montiert (Abbildungen 2 und 3) und kann dank seines geringen Gewichts von nur neun Kilogramm wie ein Rucksack problemlos transportiert werden. Die Stromversorgung erfolgt über eine eingebaute 24 V DC-Lithium-Ionen-Batterie. Somit ist das System komplett unabhängig von einer Stromquelle. Eine gewichtsoptimierte Turbopumpe vom Typ HiPace 10 mit 10 l/s Saug-

vermögen und eine zweistufige Membranpumpe MVP 003-2 mit 0,1 m<sup>3</sup>/h Saugvermögen sorgen für das geringe Gewicht des Systems. Zur Vakuummessung sind ein Kaltkathoden-Hochvakuumtransmitter und ein Piezo/Pirani-Vorvakuummesstransmitter installiert. In die Vakuumkammer kann der Analysator integriert werden.

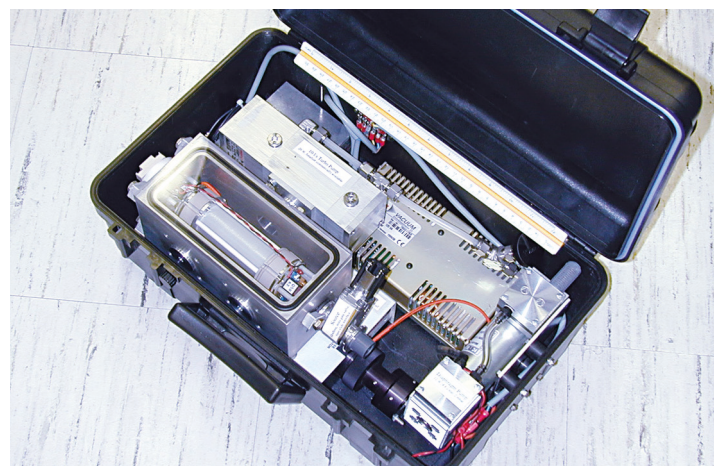


Abbildung 1: Mobiles Massenspektrometersystem der Johns Hopkins University, Baltimore, USA mit dem Vakuumequipment von Pfeiffer Vacuum

# INFOBOX

## Einsatzbereiche für mobile Analysesysteme

- Untersuchung von Umweltbelastungen durch den Straßen- und Flugverkehr
- Analyse von Umweltverschmutzungen
- Personenschutz bei Unfällen in chemischen und petrochemischen Anlagen
- Bestimmung von explosiver Atmosphäre in gefährdeten Anlagen
- Wasseranalyse
- Mobile Altersbestimmung in der Geochronologie (z.B. von Gletschereis)
- Lokale Charakterisierung von Vulkanemissionen zur rechtzeitigen Voraussage von Vulkanausbrüchen
- Lokalisierung von Unterwasservulkanen mittels CO<sub>2</sub>-Detektion an Bord eines U-Boots
- Bestimmung von durch Fracking verursachten Umweltbelastungen
- Öl- und Gasanalysen im Rahmen von Exploration und Weiterverarbeitung
- Beobachtung der Klimaveränderungen durch globale Erwärmung
- Detektion von Spreng- und Giftstoffen, zum Beispiel bei der Gepäcküberwachung an Flughäfen oder im Flugzeug
- Bei polizeilichen Ermittlungen, zum Beispiel bei der Untersuchung von Schmauchspuren
- Militärische Anwendungen, zum Beispiel die Detektion von Giftgasen bei Kriegseinsätzen
- Detektion von Drogen bei Verkehrskontrollen an Fahrzeugen und Personen sowie bei der Drogenfahndung
- Mobile Atemgasanalyse
- In situ Lecksuche in Anlagen und an Vakuumsystemen

Infobox 1: Einsatzbereiche für mobile Analysesysteme



## Mobiles Massenspektrometersystem für die Emissionsmessung von Vulkanen

Um zukünftige Vulkanausbrüche noch genauer voraussagen zu können, fehlen bei seismologischen Messungen oft in situ Validierungsdaten. Doch nur mit diesen Daten und den daraus resultierenden, genauen Voraussagen ist es möglich, kurzfristige Maßnahmen zur Evakuierungen von Anwohnern einzuleiten und den Flugverkehr bei starkem Ascheauswurf rechtzeitig umzuleiten. So können Menschenleben gerettet und erhebliche wirtschaftliche Schäden vermieden werden.

In einem gemeinsamen Projekt von JPL (NASA), INGV Vesuvius Observatorium, Inficon Inc. USA/Deutschland, Creare Inc., USA mit der Universität von Costa Rica und dem NASA Ames Research Center, USA, wurde ein solches in situ Messequipment zur Überwachung und Gasanalyse von Vulkanrauchfahnen entwickelt.

Zudem wurden auch notwendige Optimierungen der Satelliten-Kalibrierung bzw. -Validierung entwickelt. Das Ergebnis: ein mobiles System mit Massenspektrometer für die Gasanalyse, Radiometer und laseroptischem Partikelzähler (Abbildungen 5 und 6).



Abbildungen 2 und 3: Tragbares Vakuumsystem für die Massenspektrometrie von Pfeiffer Vacuum

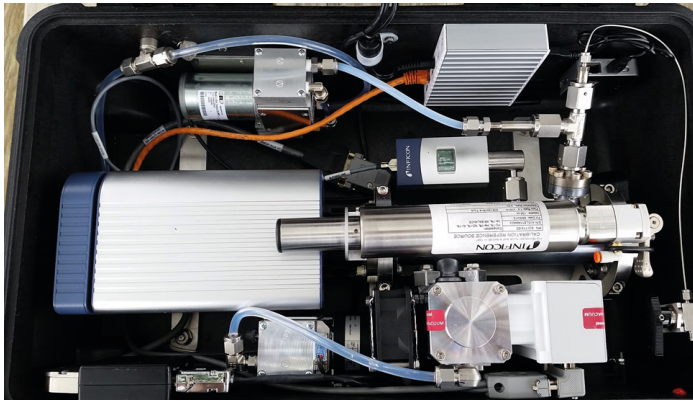


Abbildung 4: Mobiles Massenspektrometersystem mit Inficon Analysator und Messtransmitter, Pfeiffer Vacuum HiPace10 Turbopumpe und MVP003-2 Membranpumpe in 24 V DC Ausführung

Mit diesem System können die folgenden Messungen durchgeführt werden:

- Gase wie z.B. SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, Helium, CH<sub>4</sub>
- Temperaturen, Druck und Feuchtigkeit
- GPS-Koordinaten und Höhe
- Emittierte Partikel
- Ascheprobe (Aerosol-Partikel) zur Analyse des Einflusses auf den Flugverkehr

Überwacht werden die Rauchfahnenzonen über dem Vulkan. Um die Messungen dort durchführen zu können, wird das System an eine unbemannte Drohne gekoppelt, die diesen Bereich des Vulkans überfliegt.

Neben dem Einsatz bei der Emissionsmessung von Vulkanen wurden diese Systeme außerdem bereits für eine ganze Reihe weiterer Analysen verwendet:

- Detektion von giftigen BTEX-Stoffen (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) im Umfeld von Öl- und Gasförderanlagen und deren Weiterverarbeitungsstätten



Abbildung 6: Mobiler Helium-Lecksucher ASM 310 von Pfeiffer Vacuum



Abbildung 5: Prof. Dr. Andres Diaz/University of Costa Rica mit dem mobilen System auf einem Vulkan in Italien

- Umweltanalysen auf dem sub-antarktischen Kontinent (Chile)
- Analysen auf Vulkanen in Italien, Costa Rica und Hawaii
- Detektion illegaler Drogen

#### Tragbare Helium-Lecksucher

Ob bei der Montage und Installation einer Vakuumanlage oder zur Quantifizierung und Beseitigung von Lecks im Servicefall – ein mobiler, tragbarer Lecksucher ist bei einer Vielzahl von Anwendungen unerlässlich. Besonders genau und zuverlässig erfolgt die mobile Lecksuche ebenso wie die stationäre mit dem Prüfgas Helium.

Im Allgemeinen stehen zwei Betriebsmodi des Helium-Lecksuchers zur Verfügung:

- die Vakuummethode – hier wird entweder die Sektion oder die gesamte Anlage evakuiert und von außen mit dem Prüfgas Helium beaufschlagt
- die Schnüffelmethode – hier wird der Prüfling mit dem Prüfgasüberdruck  $\Delta p > 100$  hPa gefüllt. Das austretende Prüfgas Helium wird dann über eine Schnüffelsonde in den Lecksucher eingesaugt und nachgewiesen

Beide Methoden, ihr Arbeitsprinzip und ihre Nachweisgrenzen sind Tabelle 2 zu entnehmen. Als mobile oder tragbare Lecksucher gelten Geräte, deren Gesamtgewicht circa 25 Kilogramm nicht überschreitet. Sie sind tragbar, können im Fahrzeug transportiert und zu akzeptablen Kosten als Gepäck im Flugzeug mitgeführt werden.

Pfeiffer Vacuum bietet eine Reihe von mobilen Lecksuchersystemen für unterschiedlichste Anwendungen in seinem Produktportfolio.



Abbildung 7: Portabler Lecksucher MiniTest 300

Der ASM 310 (Abbildung 6) kann sowohl für die Vakuum- als auch für die Schnüffellecksuche eingesetzt werden. Er überzeugt mit einer ganzen Reihe an Vorteilen:

- Ölfreies Pumpensystem
- Vorvakuum-Saugvermögen 1,7 m<sup>3</sup>/h
- Ultraleicht (nur 21 Kilogramm) und mobil
- Cleveres Design mit ausziehbarem Griff
- Horizontal oder vertikal bedienbar
- Abnehmbares Bedienfeld mit Magneten zur Positionierung auf metallischer Unterlage
- SD-Karte als Speichermöglichkeit (Bitmap oder Textdatei) zur einfachen Nachbearbeitung der Leckprüfergebnisse
- Großer, heller Farb-Touchscreen mit Grafikfunktion
- Intuitives und anpassbares Menü

Der MiniTest 300 (Abbildungen 7 und 8) ist ein Quarz-Fenster-Lecksucher mit einem Gewicht von nur 5 kg. Er ist mit einem fahrbaren Transportkoffer verfügbar und kann dank seiner kompakten Abmessungen von circa 30 x 20 x 26 cm auch an



Abbildung 8: Fahrbarer Transportkoffer für den MiniTest 300

schwer zugänglichen Orten eingesetzt werden. Der MiniTest arbeitet ausschließlich nach der Vakuumlecksuchmethode. Der Verzicht auf eine Vorpumpe ermöglicht bei diesem Modell das extrem niedrige Gewicht. Die Vorteile im Überblick:

- Robust und einfach zu handhaben
- Vakuumlecksuche mit Quarz-Fenster-Sensor zum Orten und Messen kleinster Lecks
- Kompakte Abmessung und geringes Gewicht – ideal für Service-Einsätze
- Nachweisgrenze von  $5 \cdot 10^{-7}$  hPa l/s detektierbar bei 1 l/s Saugvermögen
- Gute Wasserdampfverträglichkeit
- Einlassdruck bis 200 hPa abs.
- Anschluss einer externen kompakten Messröhre möglich
- Geringe Wartungskosten

Sie benötigen Unterstützung bei der Auswahl oder dem Design Ihrer optimalen Vakuumlösung? Sprechen Sie uns an!

	Schnüffellecksuche	Vakuumlecksuche
Tragbare Lecksucher		
Methode	Abschnüffeln des mit Prüfgas gefüllten Testobjekts	Absprühen mit Helium
Mechanische Festigkeit	Gegen Überdruck	Gegen atmosphärischen Druck von außen gegen Vakuum (Differenzdruck 1000 hPa)
Nachweisgrenze	$< 1 \cdot 10^{-8} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$	$< 5 \cdot 10^{-13} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$

Tabelle 2: Schnüffel- und Vakuummethode mit ihren Nachweisgrenzen

## VAKUÜMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuümlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

## KOMPLETTES PRODUKTSORTIMENT

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:

Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

## KOMPETENZ IN THEORIE UND PRAXIS

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!

Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

Sie suchen eine perfekte  
Vakuümlösung?  
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH  
Headquarters · Germany  
T +49 6441 802-0

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**