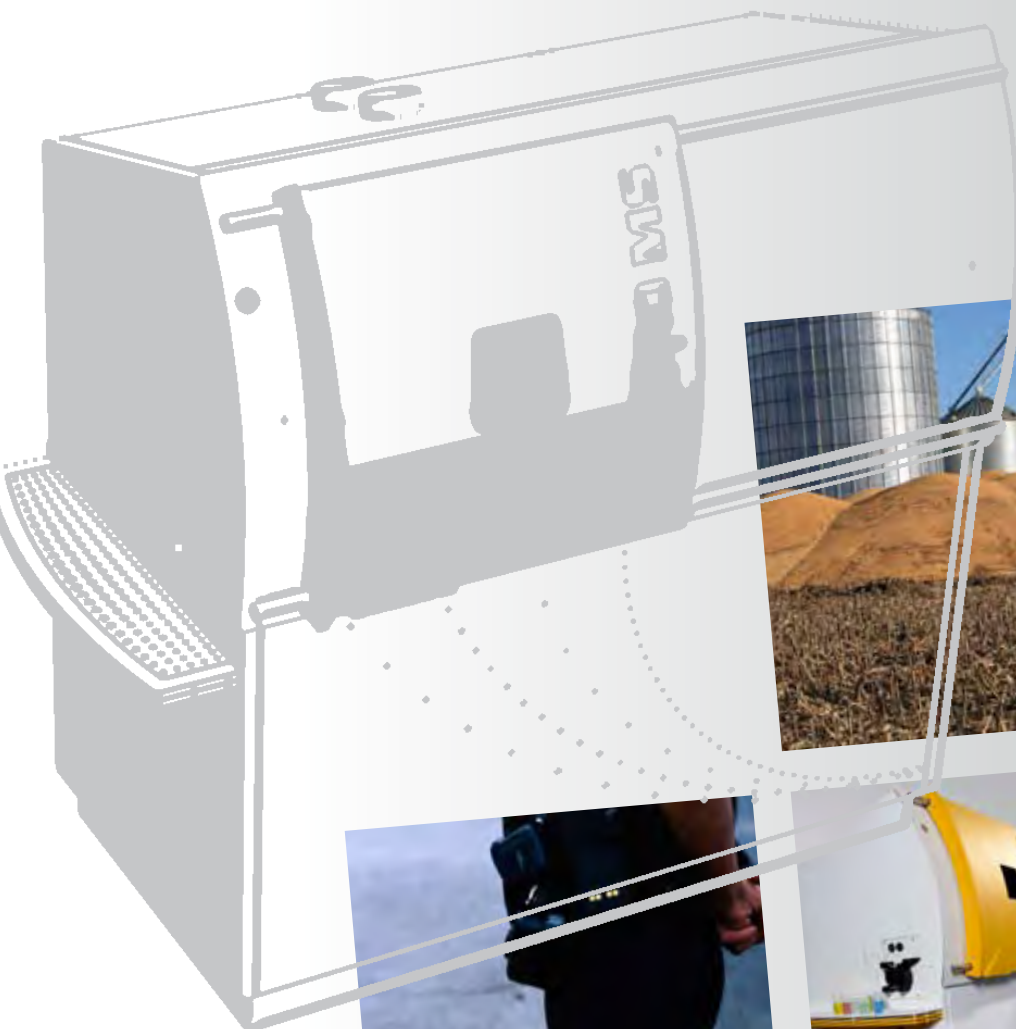


SPECTRO MS

Vollsimultanes Hochleistungs-ICP-MASS01-Massenspektrometer



SPECTRO MS

Die kommerzielle Nutzung von Analysegeräten mit einem induktiv gekoppelten Plasma (ICP) als Anregungsquelle begann 1974 mit dem ersten ICP-Emissionsspektrometer. Ab 1983 wurden ICP-Massenspektrometer vorgestellt, die sich schnell am Markt etablierten. Die Verbesserung der Empfindlichkeit und die Verringerung von Störungen führten zu immer präziseren analytischen Ergebnissen. Heute liegen die Nachweisgrenzen für viele Elemente so niedrig, dass sie nur in einer Reinraumumgebung erreicht und in der praktischen Anwendung häufig durch natürliche Verunreinigungen begrenzt werden.

Dass trotz dieses hohen technischen Niveaus auch heute noch bahnbrechende Entwicklungssprünge zum Vorteil des Anwenders möglich sind, zeigt SPECTRO mit dem neuen ICP-Massenspektrometer SPECTRO MS. Es bietet als erstes und einziges ICP-Massenspektrometer die vollsimultane Messung des kompletten anorganisch relevanten Massenbereichs von ${}^6\text{Li}$ bis ${}^{238}\text{U}$. Durch diesen fundamentalen Schritt von sequentieller hin zu simultaner Messung erreicht die Leistungsfähigkeit der ICP-Massenspektrometrie ein neues Niveau. Neben einer verbesserten Präzision und Richtigkeit wird die Messzeit pro Probe stark verkürzt.

Herzstück dieser einzigartigen, revolutionären Technologie ist die Kombination eines doppelt fokussierenden Sektorfeld-Massenspektrometers in Mattauch-Herzog-Geometrie mit einem völlig neuartigen, den kompletten Ionenstrahl simultan erfassenden Detektor. Dieser Detektor nach dem „Direct Charge Detection“-Prinzip verfügt über 4800 Kanäle und deckt alle relevanten Isotope gleichzeitig ab. Durch die simultane Arbeitsweise werden die gewünschten Massen nicht mehr wie bei herkömmlichen ICP-Massenspektrometern nacheinander betrachtet. Vielmehr wird immer das vollständige Massenspektrum „auf einen Blick“ erfasst und gespeichert. Dadurch stehen bei jeder Messung alle Informationen für die Auswertung aller relevanten Elemente des Periodensystems zur Verfügung, aus denen nach Bedarf die gerade interessierenden extrahiert und weiterverarbeitet werden.

Jede einzelne Komponente des SPECTRO MS wurde im Hinblick auf eine überragende analytische Leistungsfähigkeit und einfache Handhabung optimiert. Mit dem wartungsfreundlichen Design, robusten Systemen für Vakuum und Kühlung, einem flexiblen Probeneinlass, einem matrixtoleranten Interface, einer ungewöhnlich effizienten Ionenoptik, einfachster Routinebedienung und umfangreichen Automatisierungsoptionen bietet das SPECTRO MS dem Anwender einzigartige Möglichkeiten.





Anwendungen

Mit seiner überlegenen analytischen Leistung, den drastisch verkürzten Messzeiten sowie umfangreichen Möglichkeiten zum Anschluss von ergänzendem Zubehör und Probenwechslern für den unbeaufsichtigten Betrieb ist das SPECTRO MS für anspruchsvollste analytische Aufgabenstellungen konzipiert. Typische Einsatzgebiete finden sich zum Beispiel in den Forschungslaboratorien akademischer Einrichtungen und Industrieunternehmen, in der Geologie, in der Bergbau- und Metallindustrie sowie in den Bereichen Landwirtschaft und Ernährung. Hinzu kommen andere klassische Aufgaben der ICP-Massenspektrometrie im Umweltsektor, in Unternehmen der chemischen, petrochemischen und Nuklearindustrie, in klinischen, biologischen und pharmazeutischen Einrichtungen und bei der Herstellung von Halbleitern. Insbesondere durch die rasant fortschreitenden Entwicklungen bei der Kopplung mit verschiedensten Separationstechniken werden laufend neue Tätigkeitsfelder erschlossen. Für viele davon ist das SPECTRO MS die optimale Lösung.



- **Doppelt fokussierendes Sektorfeld-Massenspektrometer mit neuentwickelter Ionenoptik und bahnbrechender Detektortechnologie**
- **Simultane Messung des kompletten anorganisch relevanten Massenspektrums für verbesserte Empfindlichkeit und Präzision sowie höchsten Probendurchsatz**
- **Robustes, trockenes Vakuumsystem und wartungsfreier freilaufender Generator**
- **Schnelles Fingerprinting, interne Standardisierung in Echtzeit und Messung von transienten Signalen, Isotopenverhältnissen und Isotopenverdünnung**
- **ICAL-Systemlogik für anhaltend optimalen Betriebszustand**
- **Kompatibel mit EPA, FDA, CLP und 21 CFR Part 11 sowie weiteren Standards und Normen**



Höchste analytische Leistung, schneller Zugang zur großzügigen Probenkammer, einfache Bedienung und Wartung: Bei der Entwicklung des SPECTRO MS wurden Anwendung und Anwender berücksichtigt.

Gehäuse und Vakuumsystem

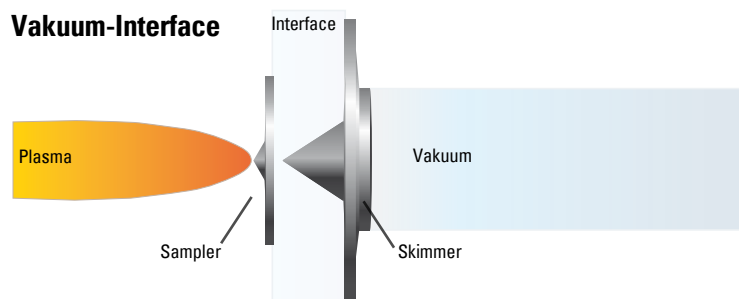
Das durchdachte Gehäuse des SPECTRO MS trägt die Handschrift versierter Industriedesigner und ermöglicht die einfache Installation, Bedienung und Wartung. Abmessungen und Gewicht wurden so gering wie möglich gehalten. Das Gerät ruht auf stabilen Rollen, so dass es problemlos bewegt werden kann, sollte dies gelegentlich erforderlich werden. Für die üblichen Wartungstätigkeiten ist dies allerdings nicht notwendig, denn Sampler, Skimmer, Probeneinlass, Fackel und andere Bestandteile, die aus analytischen Gründen gewechselt oder zur Wartung entnommen werden sollen, sind von vorne zugänglich und können ohne großen Aufwand ausgetauscht werden.

Das leistungsfähige, wartungsarme Vakuumsystem besteht aus zwei Turbomolekularpumpen und einer internen Rotationspumpe. Es sorgt für die zügige Evakuierung von Interface (ca. 2 bis 4 mbar), Ionenoptik (ca. 10^{-3} bis 10^{-5} mbar) und Massenspektrometer (10^{-6} mbar und darunter). Die vollständig automatische Steuerung und Überwachung des gesamten Vakuumsystems sowie aller weiteren Gerätekomponenten ermöglicht einen sicheren unbeaufsichtigten Betrieb ohne aufwendige Nutzerintervention. Der Stand-by-Modus reduziert die Pumpendrehzahl in Nutzungspausen und reduziert so Verschleiß und Energieverbrauch.

Während der RF-Generator des SPECTRO MS mit Luftkühlung arbeitet, erfordert das Vakuuminterface eine aktive Kühlung. Dazu kann ein Kühlsystem oder ein externer Wärmetauscher mit dem SPECTRO MS verbunden werden. Die entsprechenden Anschlüsse liegen mit denen für Gas und Strom sowie dem Hauptschalter leicht zugänglich auf der rechten Geräteseite.



Vakuum-Interface





Probeneinlass

Durch seitliches Verschieben der Frontabdeckung erhält man Zugang zur Probenkammer des SPECTRO MS. Diese ist besonders großzügig ausgelegt und ermöglicht so den einfachen und schnellen Austausch des kompletten Probeneinlasssystems oder einzelner seiner Teile.

Das SPECTRO MS bietet dabei absolute Flexibilität. Im Prinzip ist nahezu jede Kombination von Zerstäuber und Zerstäuberkammer möglich. Weitere Anwendungsfelder lassen sich durch eine Kopplung mit Chromatographen, Ultraschallzerstäubern oder Laserablationssystemen erschließen.

Die vierkanalige, softwaregesteuerte, peristaltische Pumpe ermöglicht eine exakte Probenzufuhr und befindet sich mit der Probenablage an der linken Seite des Gerätes in unmittelbarer Nähe zur Probenkammer. Durch diese Anordnung werden die Probentransportwege minimiert und notwendige Spülzeiten reduziert.



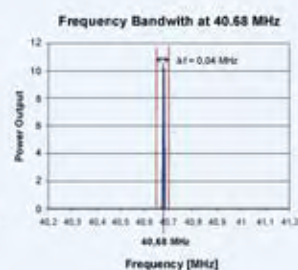
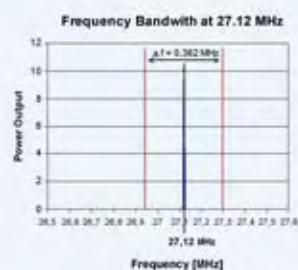
Anregung

Im SPECTRO MS kommt, wie im ICP-OES-Hochleistungsspektrometer SPECTRO ARCOS, ein kompakter, wartungsfreier Generator mit hoher Effizienz (> 70 %) und hoher Leistungsstabilität (> 99,9 %) zum Einsatz. Es handelt sich um ein freilaufendes 27-MHz-System mit Luftkühlung, integriertem Halbleiter-Netzteil und vollautomatischer Steuerung. Durch die unmittelbare Anpassung der Resonanzfrequenz bei schwankender Last garantiert es selbst bei schwierigsten Anregungsbedingungen absolut stabile Plasmaverhältnisse – eine grundlegende Voraussetzung für exzellente Analyseergebnisse.

Da weder bewegliche Teile noch aufwendige Elektronik benötigt werden, ist der SPECTRO-Generator konstruktiv bedingt sehr robust und die Zuverlässigkeit im übertragenen Sinne bereits eingebaut. Mit seiner Nennfrequenz von 27 MHz verfügt er regulatorisch bedingt über eine deutlich größere Regelbandbreite als 40,68-MHz-Generatoren und kann dadurch deutlich größere Lastschwankungen ausgleichen. Die Ausgangsleistung beträgt bis zu 1,7 kW und bietet damit für alle Anwendungen der ICP-Massenspektrometrie, selbst für schwierige organische Lösungen, mehr als genügend Reserven.

Die Steuerung und kontinuierliche Überwachung des Generators erfolgt über die Gerätesoftware, wobei die Einstellungen für den jeweiligen Probenotyp mit der entsprechenden Methode gespeichert werden.

Zur optimalen Ausrichtung des Ionenstroms aus dem Plasma auf das nachfolgende Interface kann die Fackelposition rechnergesteuert mittels Motorantrieb in allen drei Achsen optimiert und die Position zusammen mit den Generatoreinstellungen und übrigen Messparametern in der Methode gespeichert werden.





Interface

Das Interface für den Transport des Ionenstroms vom Plasma in das Hochvakuumsystem besteht aus zwei hintereinander angeordneten, metallischen, konusförmigen Düsen („Konen“): dem Sampler und dem Skimmer. Beide verfügen über eine kleine, mittige Öffnung, auf die mit Hilfe der Fackelpositionierung der Plasmabereich mit dem höchsten Anteil an einfach geladenen Ionen exakt ausgerichtet wird.

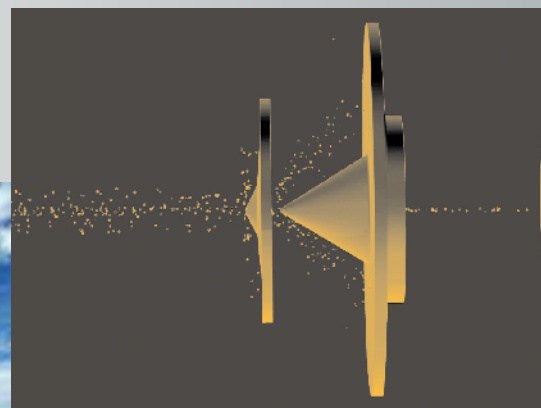
Durch den Sampler expandiert das Plasmagas in Form eines Überschallstrahls in das Interfacevakuum. Dabei werden Gastemperatur und -druck stark abgesenkt und die im Plasma erzeugten Ionen effizient und stoßfrei in das Vakuumsystem transportiert. Der das Vakuuminterface abschließende Skimmer trennt den äußeren Gasstrahlbereich ab und lässt so die Analytionen in die folgende Vakuumstufe eintreten.

Die Konen werden aus Nickel oder – vor allem bei der Verwendung organischer Lösungen oder hochkonzentrierter Säuren und Flusssäure – aus Platin gefertigt. Die durch die Nähe zum Plasma entstehende Temperaturbelastung erfordert eine Kühlung mit Wasser. Da die Konen einer korrosiven und chemisch aggressiven Umgebung ausgesetzt sind, werden sie in Intervallen gereinigt und bei zu starken Abnutzungserscheinungen ersetzt. Die dazu erforderlichen Wartungsarbeiten lassen sich beim SPECTRO MS einfach und schnell durchführen.



Eine visuelle Überprüfung der Konen kann sehr einfach bei geöffneter Probenkammer vorgenommen werden. Bei Bedarf kann der gesamte Komponentenblock per Mausklick in eine Service-Position gefahren werden, um Konen oder Extraktoriolise zu warten.

Effizienter Transport der im Plasma erzeugten Ionen in das Massenspektrometer durch das neu entwickelte Vakuuminterface.





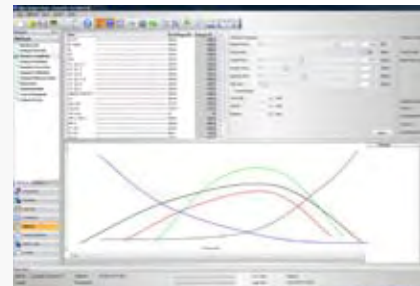
Ionenoptik

Bei der Ionenoptik des SPECTRO MS handelt es sich um ein völlig neu entwickeltes System, das durch seine Komponenten störende Elektronen, Photonen und Neutralteilchen besonders effizient von den Analytionen trennt und letztere optimal in das eigentliche Massenspektrometer transportiert.

Zunächst werden aus dem vom Skimmer des Vakuuminterfaces geformten Gasstrahl durch die Interface-Extraktorlinse sämtliche Elektronen entfernt und der so entstandene positive Ionenstrahl in die nächste Stufe, den Vorfilter, fokussiert. Auch die Interface-Extraktorlinse kann ohne Bruch des Hochvakuums einfach entnommen und gereinigt werden.

Im anschließenden Vorfilter, einem elektrostatischen 127°-Sektorfeld, folgen die Ionen der durch das Feld vorgegebenen Kreisbahn, während Photonen und nichtgeladene Teilchen geradeaus fliegen und so abgetrennt werden. Nach Passieren des Vorfilters durchläuft der Ionenstrahl die aus Einzellinse und elektrostatischem Quadrupol-Dublett bestehende strahlformende Optik. Hier wird der Ionenstrahl von einer runden in eine dem Eintrittsspalt angepasste rechteckige Form überführt, um einen effizienten Strahltransport in das nachfolgende Massenspektrometer in Mattauch-Herzog-Geometrie zu ermöglichen.

Die Steuerung der gesamten Ionenoptik erfolgt intuitiv durch die Gerätesoftware. Die Einstellungen werden in der Methode gespeichert und gewährleisten so die einfache Handhabung.



Die neuentwickelte Ionenoptik ist wegen des Einsatzes der ICAL-Systemlogik so gut wie driftfrei.



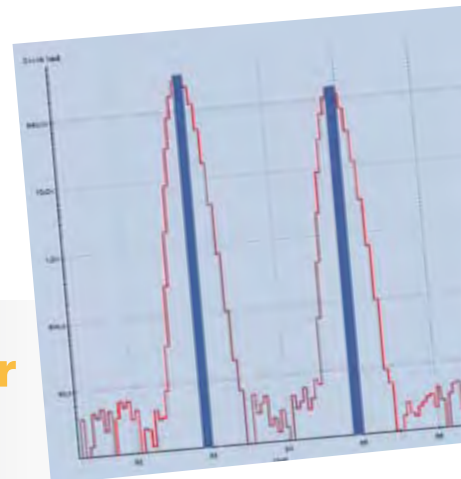
Durch die Kombination von doppelt fokussierendem Sektorfeld-Massenspektrometer und einem neuartigen, flächigen Detektor wird die simultane Messung des gesamten Spektrums ermöglicht.

Massenspektrometer

Im SPECTRO MS kommt ein doppelt fokussierendes Sektorfeld-Massenspektrometer in Mattauch-Herzog-Geometrie zum Einsatz. Es besteht aus Eintrittsspalt, elektrostatischem Analysator (ESA), Energiespalt und magnetischem Sektorfeld, an das sich der Detektor anschließt.

Im elektrostatischen Analysator (ESA) wird die Energiebandbreite des Ionenstrahls reduziert, um bei der anschließenden Massenseparation im Magnetfeld eine hohe Auflösung zu erreichen. Die besondere Eigenschaft der Mattauch-Herzog-Geometrie, sämtliche Ionenmassen in einer Fokalebene abzubilden, ermöglicht die Verwendung eines flächigen Detektors und die simultane Messung des gesamten Spektrums. Das sonst erforderliche zeitaufwendige Scannen mit sequenzieller Messung entfällt. Gleichzeitig werden durch die hohe Empfindlichkeit bei minimalen Untergrundstörungen auch für komplexe Matrizes außergewöhnlich niedrige Nachweisgrenzen erreicht.



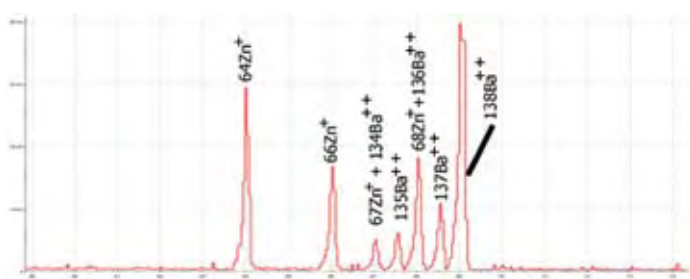


Detektor

Bei dem im SPECTRO MS verwendeten Direct-Charge-Detektor (DCD) handelt es sich um einen völlig neu entwickelten Halbleiterdetektor mit 4800 Kanälen und einer hohen Ausleserate. Er deckt das gesamte anorganisch relevante Massenspektrum simultan ab. Jeder Kanal besteht aus einem Pixel mit niedriger und einem mit hoher Verstärkung (Dual-Stage-Design). Auf diese Weise kann jeder Kanal einen großen Signalbereich direkt verarbeiten.

Der dynamische Messbereich lässt sich durch Anpassen der Integrationszeit weiter steigern. Sie wird für jeden einzelnen Kanal automatisch während der Messung festgelegt und bei Bedarf angepasst. Dies ermöglicht für jeden Kanal ein optimales Signal-/Rauschverhältnis bei maximaler Messdynamik. Durch die hohe Auslesefrequenz wird auch die Erfassung transienter Signale einfach möglich.

Mit dem SPECTRO MS können doppelt geladene Ionen ungerader Massen (z.B. 137Ba^{++} mit 68,5) von den benachbarten analytischen Massen (z.B. 69Ga und 68Zn) getrennt werden.



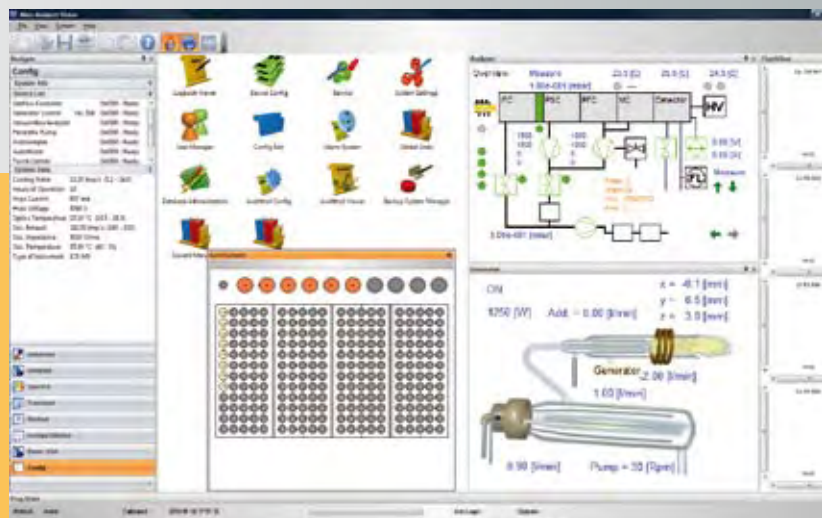
Für eine einfache Methodenentwicklung kann auf ausgefeilte Methodenvorlagen zurückgegriffen werden. Assistenten führen durch alle Schritte des Entwicklungsprozesses und unterstützen den Bediener in jeder Hinsicht. Störungen werden in der semi-quantitativen Analyse selbstständig detektiert und korrigiert.

Software

Das Softwarepaket SPECTRO MASS ANALYZER VISION zeichnet sich durch ein intuitives Nutzerinterface und eine sehr einfache Handhabung aus. Wiederkehrende Messaufgaben lassen sich mit wenigen Mausklicks durchführen. Eine schnelle halb-quantitative Übersichtsanalyse über das gesamte Spektrum ist ohne aufwendige Kalibration möglich. Für die Auswertung, den Ausdruck, die Speicherung und die Übertragung der Messwerte stehen entsprechende Module zur Verfügung. Einzigartige Funktionen zur erneuten Verarbeitung der Messwerte werden dadurch ermöglicht, dass die kompletten Rohdaten jeder Analyse gespeichert und bei Bedarf neu ausgewertet und interpretiert werden können.

SPECTRO MASS ANALYZER VISION bietet umfangreiche Möglichkeiten für den vollautomatischen, unbeaufsichtigten Betrieb. Die Software ist auch auf die Kopplung und den Anschluss externer Zubehörgeräte bestens vorbereitet – von Probenzuführsystemen über Probenwechsler und Verdünnungsautomaten bis hin zu komplexen Online-Lösungen. Erweiterte Anwendungsmöglichkeiten lassen sich durch die Softwaremodule für die Messung von Isotopenverhältnissen und Isotopenverdünnungsanalyse erschließen.

Zur automatischen Systemkontrolle und -steuerung wird der Gerätestatus des SPECTRO MS mit Hilfe der ICAL-Systemlogik-Funktionen kontinuierlich überprüft und dokumentiert. So wird sichergestellt, dass sich das Gerät jederzeit in einem optimalen Betriebszustand befindet. Eine automatische Normalisierung der Methoden wird mit einer einzigen Probe durchgeführt. SPECTRO MASS ANALYZER VISION ist kompatibel mit EPA, FDA, CLP sowie weiteren Standards und Normen und bietet ein 21 CFR Part 11-konformes Benutzer- und Datenmanagement.



Das SPECTRO MS bietet durch Speicherung kompletter Spektren bei jeder Messung eine unerreichte Flexibilität. Es ermöglicht erstmalig die simultane Isotopenverhältnis-analyse für das gesamte anorganisch relevante Massenspektrum. Bestmarken bei Probendurchsatz, Zuverlässigkeit und einfacher Bedienung führen zu höchster Produktivität. Revolutionäre Technologien für Detektor und Auslesesystem setzen neue Maßstäbe für Präzision und Richtigkeit.



SPECTRO MS

Technische Daten



www.spectro.de/ms

HF-Generator

- Freilaufend, Frequenz 27,12 MHz
- HF Ausgangsleistung: 0,7 bis 1,7 kW
- Effizienz >70%, Leistungsstabilität < 0,1%
- Automatische Plasmazündung
- Stand-by-Modus
- Computergesteuert
- Luftgekühlt (keine externe Kühlung nötig)
- Integriertes Halbleiter-Netzteil

Massenspektrometer

- Doppelt fokussierendes Sektorfeld-Massenspektrometer in Mattauch-Herzog-Geometrie
- Fester Aufbau: Permanent-Spektrometernagnet (kein Elektromagnet), kein Scannen erforderlich
- Kontinuierliche Separation des Ionenstrahls in die Fokalebene des Massenspektrometers
 - 100%-ige Nutzung der Messzeit
 - Kein aus gepulster Ionenextraktion resultierender Signalverlust
- Simultane Erfassung des gesamten Massenspektrums von ~5 bis 240 amu

Detektor

- In der Fokalebene des Massenspektrometers eingebauter halbleiter-basierender „Direct Charge Detector“
- 4800 zweistufige Kanäle überdecken den gesamten Massenbereich von ~5 bis 240 amu
- >9 Dekaden Arbeitsbereich möglich
- Vollautomatische signalabhängige Anpassung der optimalen Integrationszeit für jeden Kanal

- Zerstörungsfreie Auslesung der Detektorkanäle

Abmessungen und Gewicht

- Spektrometer (HxBxT) 1604 x 1673 x 892 mm
- Stellfläche 1470 x 779 mm
- Gewicht ca. 675 kg

Umweltbedingungen

- Raumtemperatur: 18-25°C
- Relative Luftfeuchtigkeit: <80 % nicht kondensierend
- Atmosphäre: frei von korrosiven Dämpfen und hoher Staubbelastung
- Betrieb max. 2000 m über Normalhöhennull

Absaugung

- 2 x 250 m³ pro Stunde unabhängig voneinander einstellbar zwischen null und Maximum

Argonversorgung

- Qualität ≥ 4.8 (99,998%), Vordruck 7,5 bar
- Verbrauch 10-18L/min

Kühlung

- Vordruck 4 bar
- Durchfluss min. 1,8L/min bei 18°C

Netzanforderung

- 208-230V \pm 10%, 50/60 Hz
- Leistungsaufnahme ca. 6,5 kVA
- Benötigte Absicherung 30-32A träge

www.spectro.com

AMETEK[®]
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

DEUTSCHLAND

SPECTRO Analytical Instruments GmbH
Boschstrasse 10
D-47533 Kleve
Tel: +49.2821.8922110
Fax: +49.2821.8922210
spectro.sales@ametek.com

USA

SPECTRO Analytical Instruments Inc.
91 McKee Drive
Mahwah, NJ 07430
Tel: +1.800.548.5809
+1.201.642.3000
Fax: +1.201.642.3091
spectro-usa.sales@ametek.com

HONG KONG (Asia-Pacific)

SPECTRO Analytical Instruments (Asia-Pacific) Ltd.
Unit 1603, 16/F, Tower III, Enterprise Square,
No. 9 Sheung Yuet Road,
Kowloon Bay, Kowloon
Tel.: +852.2976.9162
Fax: +852.2976.9132
spectro-ap.sales@ametek.com



Niederlassungen: CHINA: Tel +86.10.8526.2111, Fax +86.10.8526.2141, spectro-china.sales@ametek.com, FRANKREICH: Tel +33.1.30688970, Fax +33.1.30688999, spectro-france.sales@ametek.com, GROSSBRITANNIEN: Tel +44.1162.462950, Fax +44.1162.740160, spectro-uk.sales@ametek.com, INDIEN: Tel +91.22.61968200, Fax +91.22.28363613, sales.spectroindia@ametek.com, ITALIEN: Tel +39.02.946931, Fax +39.02.94693650, spectro-italy.sales@ametek.com, JAPAN: Tel +81.(0)3.37403916, Fax +81.(0)3.37405307, spectro-japan.sales@ametek.com, SÜDAFRIKA: Tel +27.11.9794241, Fax +27.11.9793564, spectro-za.sales@ametek.com, SCHWEDEN: Tel +46.8.5190.6031, Fax +46.8.5190.6034, spectro-nordic.sales@ametek.com. **SPECTRO ist weltweit in mehr als 50 Ländern aktiv. Ihren örtlichen Ansprechpartner teilen die Zentralen gerne mit.** © 2011 SPECTRO. Technische Änderungen vorbehalten. H-11 • Rev.1, Photos: SPECTRO, Corbis, GettyImages, iStockphoto.