

Spektroskopische
Lösungen
LIPS für die Material/Elemente
Analyse

basierend auf laserinduzierter
Plasmaspektroskopie



LIPS Systeme

Laserinduzierte Plasma Spektroskopie

Basierend auf seinen Echelle-Spektrometern ARYELLE und DEMON hat LTB komplette mobile Systeme für die Elementanalyse mittels laserinduzierter Plasmaspektroskopie entwickelt. Diese Systeme finden vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bei der Materialanalyse und Prozesskontrolle, z. B. bei der Herstellung und Charakterisierung von Stahl, Aluminium, Glas, Keramik und Beton sowie in der Geologie, der Gemmologie, der Umweltanalytik und der Sicherheitstechnik.

Laserinduzierte Plasmaspektroskopie, LIPS, ist eine analytische Methode, welche die Laserablation und die nachfolgende Atomemission des Plasmas zur Elementanalyse nutzt. Laserablation ist gegenwärtig die einzige elementanalytische Methode, die eine direkte Probenahme von allen Arten von Material ohne Probenvorbereitung ermöglicht. Somit ermöglicht LIPS eine Multielementanalyse von nahezu allen Arten von Material (Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase) durch Atomemissionsspektroskopie.

Das Bild zeigt die typische zeitliche Abfolge einer LIPS-Analyse. Der Laser regt vibronische und elektronische Zustände an, deren Energie in kinetische Energie umgewandelt wird und schließlich zur Bildung eines

Plasmas führt. Wegen der dominierenden unspezifischen Emission von Bremsstrahlung und Rekombination kann die Anfangsphase der Plasmaemission nicht für die Atom-spektroskopie genutzt werden. Nach einer definierten Verzögerung relativ zur Plasma-zündung, können die charakteristischen Atom- oder Ionenemissionslinien beobachtet werden. Die Linienintensität wird über eine bestimmte Zeit integriert und dann für analytische Zwecke genutzt. Die beobachtete Emission steht in direktem Zusammenhang zur Konzentration des Analyten in der beobachteten Probe bzw. im Plasma.

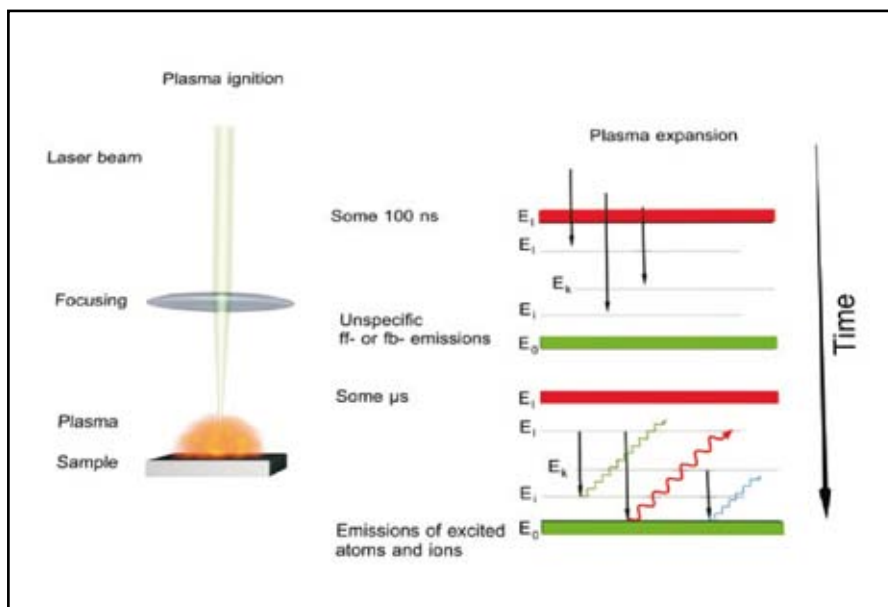
Die von LTB angebotenen LIPS-Systeme können aufgrund der Modularität der einzelnen Bestandteile hervorragend an die jeweiligen Kundenbedürfnisse angepasst werden.

Folgende Module sind standardmäßig verfügbar:

- Echelle-Spektrometer ARYELLE 150, ARYELLE 200, ARYELLE 400, ARYELLE 400-Butterfly oder DEMON mit CCD- oder ICCD-Kamera
- Probenkammer
- Remote-Optik (Empfänger-Teleskop, Laser-Aufweitungs- und Fokussieroptik)
- Faserkopplung
- Laser (Nd:YAG, Excimer, Stickstoff)
- Steuer- und Auswertesoftware Sophi

Zur Ausstattung der LIPS-Systeme gehören ein PC mit zwei TFT-Monitoren, Quecksilberlampe zur Kalibrierung, programmierbare Delay-Elektronik. Das gesamte System kann in ein fahrbares 19"-Rack integriert werden.

zeitliche Abfolge einer LIPS-Analyse



Remote-LIPS



Einige der genannten Anwendungen machen es aufgrund der komplexen Prozessbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, notwendige Schutzmaßnahmen, Prozessgeschwindigkeit) zunehmend erforderlich, berührungslos in einem Sicherheitsabstand zu messen. Deshalb hat LTB auch ein Remote-LIPS-System entwickelt, das es ermöglicht, aus einer Entfernung von bis zu einigen Metern Plasmen zu erzeugen und deren spektrale Emission zu detektieren.

Modulare Probenkammer in 3 Ausbaustufen

Der modulare Aufbau der Probenkammer in 3 Ausbaustufen ermöglicht eine schnelle Anpassung an die jeweilige Applikation. Das Laserlicht wird über eine Spiegeloptik eingekoppelt. Die Umschaltung zwischen den Wellenlängenbereichen beim ARYELLE-Butterfly erfolgt automatisch über einen motorisierten Klappspiegel. Die Probe sowie die Fokussierung des Lasers auf der Probe kann mittels einer integrierten Videokamera beobachtet werden. Ein universeller austauschbarer Probenhalter ermöglicht die Befestigung von Proben unterschiedlicher Größe auf einem motorisierten x-y-Tisch. Die Probe kann somit per Joystick oder optional softwaregesteuert in x-y-Richtung bewegt werden, um eine repräsentative Probenbewertung zu gewährleisten. Die Fokussierung kann über eine manuelle z-Verstellung mithilfe des Videobildes (scharfes Bild entspricht Laserfokus) erfolgen. Eine Nachfokussierung bei Verwendung ebener Proben ist nicht nötig, da immer gegen die Fokusebene gespannt wird.



Probenkammer

Stufe 1: Spiegeloptik, motorisierte Umschaltung zwischen den Wellenlängenbereichen, wahlweise mit oder ohne Fasereinkopplung, motorisierte Einkopplung der Kalibrierlampe

Stufe 2: Spiegeloptik, motorisierte Umschaltung zwischen den Wellenlängenbereichen, motorisierte Einkopplung der Kalibrierlampe, Videobeobachtung, Laserstrahlführung

Stufe 3: Spiegeloptik, motorisierte Umschaltung zwischen den Wellenlängenbereichen, motorisierte Einkopplung der Kalibrierlampe, Videobeobachtung, Laserstrahlführung, x-y-Tisch, Probenhalter, separate Argon-Spülung des Plasmas möglich.

Laser

Zur Plasmaanregung finden verschiedene Laser Anwendung, wie

- Nd:YAG-Laser (inklusive Frequenzverdoppler-, -verdreifacher- und -vervierfacher-Einheiten),
- Excimerlaser.

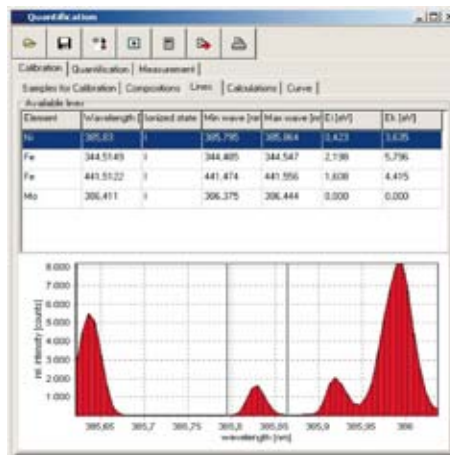
Die Auswahl des Lasers ist anwendungsabhängig und kann durch den Kunden selbst getroffen werden. Erfahrungen mit unterschiedlichsten Lasertypen und Herstellern ermöglichen uns eine kompetente Beratung.

The image shows a screenshot of a software interface titled "Atomic Properties of the Elements" with the subtitle "41985 lines from the NIST atomic spectra database". It features a periodic table where each element's cell contains its symbol, atomic number, and name. To the right of the table, there are search filters for "User selection" and "View range" (set to "All"). Below the table, there are checkboxes for "Show" (checked) and "Hidden" (unchecked).

Integrierte Spektraldatenbank

Software

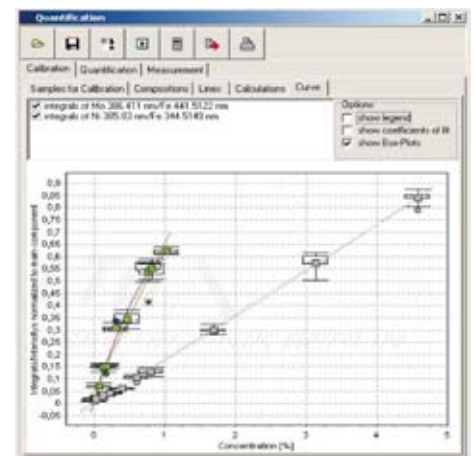
Die von LTB für die ARYELLE-Serie entwickelte Steuer- und Auswert-Software Sophi for ARYELLE kontrolliert alle Spektrometer- und Detektorfunktionen. Nach der Verrechnung der dreidimensionalen Bildinformation zu wellenlängenabhängigen Intensitätswerten können alle Linien des Spektrums automatisch mit Hilfe einer integrierten Spektraldatenbank analysiert und den entsprechenden Elementen zugeordnet werden. Die Datenbank enthält ca. 42000 Emissionslinien der NIST Atomic Spectra Database. Außerdem kann zu jeder Spektrallinie ein Kontextfenster angezeigt werden mit Informationen über die gemessene Lage der Linie, die Energiezustände und mögliche überlagerte Linien aus der Datenbank.



Emissionslinien verwendet für die Quantifizierung

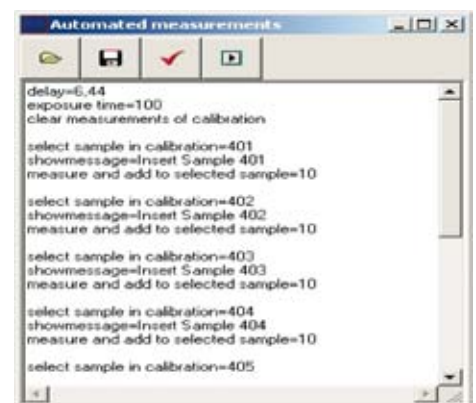
Auch quantitative Analysealgorithmen sind in die Software integriert. Dazu können Probenstandards gemessen und die Messungen mit den Referenzkonzentrationen in eine Quantifizierungskampagne aufgenommen werden. Nach der Auswahl von Spektrallinien für die Analyse können Quantifizierungskurven erstellt werden. Es sind vielseitige Berechnungsmöglichkeiten integriert. Es stehen aber auch einfache Defaultmethoden zur Verfügung, um eine sehr schnelle Auswertung vorzunehmen. Die Ergebnisse sind vollständig exportierbar. Für die Messung der Probenstandards können auch integrierte Meßalgorithmen verwendet werden, die eine Messung mit automatischer Zuordnung zu den Probenstandards ermöglichen.

Mit den gewonnenen Quantifizierungskurven können dann unbekannte Proben schnell und einfach quantitativ analysiert werden. Für eine quantitative Messung ist eine Kalibrierung mit vergleichbaren Referenzmaterialien Voraussetzung.



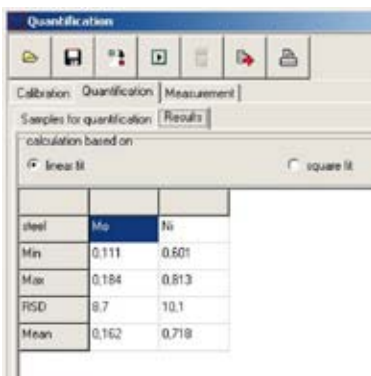
Kalibrierkurve einer Stahlprobe

Eine implementierte Skriptsteuerung ermöglicht die Automatisierung sich wiederholender Meßabläufe und kann vielseitig eingesetzt werden. Die Rekalibrierung der Wellenlängenskala kann mit Hilfe der im Lieferumfang enthaltenen Quecksilberlampe sehr schnell und einfach mittels einer Auto-kalibrierfunktion durchgeführt werden.



automatisiertes Meßfenster

Optional kann LTB Kalibrierstandards sowie die Analysesoftware Plasus Specline anbieten. Eine Exportfunktion aus der Spektrometersoftware steht zur Verfügung. Diese Analysesoftware beinhaltet alle gängigen Atomlinien-Datenbanken (NIST, Kurucz, u.a.) sowie eine Molekül-Datenbank (nach Pears & Gaydon).



Quantifizierungsergebnis einer unbekannt Probe