

SECOPTA

laser based sensor systems

FiberLIBS/lab 2D/3D-scannender Elementanalysator

Ortsaufgelöste Elementanalytik für inhomogene Materialien

- 3D-Oberflächenvermessung, Kamerabild und Laserzielhilfe
- x-y-z Positionierachsen für automatische Oberflächenscans
- Bewährte CNC-Mechanik: zuverlässige, exakte Positionierung



Elementverteilung - 3D-Oberflächenmapping - Tiefenprofil

LIBS-Verfahren FiberLIBS/lab Aufbau und Hauptkomponenten

Die Laser-induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) ist ein innovatives und universelles laserspektroskopisches Messverfahren, mit dem die Analyse der atomaren Zusammensetzung (Stöchiometrie) bei unterschiedliche Materialien sehr effektiv umgesetzt wird. Das Spektrum jedes generierten LIBS-Plasmas enthält die Information über die Konzentrationen aller Elemente im Messpunkt. In Kombination mit angepassten chemometrischen Routinen ermöglicht die LIBS-Technologie extrem schnelle und dennoch präzise Multielement-Analysen.

Im FiberLIBS/lab-System erfolgt die Anregung des Plasmas mit einem äußerst kompakten und stabilen Microchiplaser ohne direkten Kontakt mit der zu untersuchenden Probe.

Die exakte Ermittlung der Element-Verteilung auf Materialoberflächen und im Tiefenprofil ist für viele Fragestellungen von entscheidender Bedeutung. Mit dem neuartigen ortsauflösenden Elementanalysator FiberLIBS/lab können in Kombination mit der Messkammer derartige Applikationen schnell und komfortabel bearbeitet werden.

Einsatzbereiche

- Mineralogie und Materialwissenschaften
- Schnelle Stichprobenkontrollen direkt neben der Produktion
- Schnelle, orts aufgelöste Analysen an Oberflächen im Labor für Service-Untersuchungen und für prozessnahe Qualitätsüberwachungen



Multielement-Analysator FiberLIBS

Die Messkammer des FiberLIBS /lab ist über eine 5 m lange Glasfaserleitung mit dem Basisgerät verbunden.

Die vollautomatische Höhen-Nachführung erlaubt orts aufgelöste Untersuchung auch von inhomogenem Materialien mit komplexem Höhenprofil ohne aufwändige Probenaufbereitung. Probenträger und Messkopf werden mit drei präzisen und robusten Verfahrenseinheiten positioniert. Die Systemsoftware ermöglicht die Konfiguration automatischer Messroutinen.

Eine integrierte Kamera unterstützt die Definition des zu vermessenden Bereichs und gestattet die online Beobachtung des Ablaufs.

Analyseziele für das FiberLIBS/lab

- Klassifikation: Element/Material-Identifikation
- Qualitativ: Elementverteilung
- Quantitativ: Element-Anteilsbestimmung
- 2D- und 3D-Element-Mapping
- Bewertung inhomogener Materialien

FiberLIBS/lab Technische Spezifikationen

Funktionsmerkmale

- 2D/3D-scannendes Messsystem, bestehend aus Messkammer und FiberLIBS Multielementanalytator mit abgesetztem Messkopf
- Berührungslose 2D-LIBS-Analyse mit hoher Ortsauflösung (Spot <math><100\mu\text{m}</math>, Positioniergenauigkeit besser als - All-in-one Steuereinheit mit integrierter Laseranregung, bis zu zwei Spektrometern, IPC, Betriebssoftware LIBS Software Suite
- Analysesoftware und Software unterstütztes 2D- und 3D-Element-Mapping
- Einfache und sichere Bedienung durch Parametrierung von Scan-Routinen
- Kameragestützte Auswahl des Messbereichs
- Einstellen der Messdistanz zum Material über automatischer Höhenpositionierung
- Flexibler Einsatz für unterschiedlichste Messaufgaben.

OPTIONEN

- Zweitspektrometer
- Prozesskammer
- Staubabsaugung

Haupt-Abmessungen

- Steuergerät (40 kg):
BxHxT = 480 x 360 x 500 mm
- Messkopf (1 kg):
BxHxT = 90 x 156 x 305 mm
- Messkammer (120 kg):
BxHxT = 610 x 715 x 650 mm
- Verfahrenswege für Positionierung:
X - Y - Z = 300 - 200 - 90 mm
- Probenabmessungen maximal:
X - Y - Z = 400 - 240 - 85 mm

Leistungsdaten

- Lasersichere Messkammer in bewährter CNC-Industrieausführung, **Laser Klasse 1**
- Laser (intern) Klasse 3B:
Wellenlänge 1064 nm, Rep.-Rate 100 Hz
- Spektralbereich applikationsabhängig:
190 - 1000 nm, Messauflösung 0,05 - 1,0 nm
- Kabellänge Messkopf zu Analysesystem 5m
- Messabstand typisch 35 mm
- Sperrluft-/ Prozessgas-Führung vorbereitet
- Druckluftanschluss
- Anschluss für Absaugung an Messkammer-Rückseite
- Energiebedarf elektrisch: max. 1,2 kW



Messkammer FiberLIBS/lab

LSS - LIBS Software Suite Vorgabe von Messpositionen und Messroutinen

Die LIBS Software Suite ist die Betriebssoftware der LIBS-Geräte der SECOPTA. Alle Hardware-Komponenten werden nach dem Start des Systems automatisch initialisiert und während des Betriebs überwacht. Die LSS wird nach der System-Initialisierung automatisch geladen und übernimmt während der Messprozesse die Gerätesteuerung sowie die Übergabe der aufgenommenen Spektren an das Applikationsmodul.

Ein vordefiniertes Applikationsmodul als anwendungsorientierte oder kundenspezifische Softwareoberfläche wird innerhalb der LSS gestartet und stellt dem Anwender alle Voraussetzungen für eine effektive Erfüllung der Analyseaufgabe bereit.

In der Standardausstattung des FiberLIBS/ab beträgt der Messpunktdurchmesser ca. 100 µm, für Ablaufroutinen sind Start- und Endpunkte sowie Schrittweiten zwischen den einzelnen Messpositionen auf 10 µm genau definierbar.

Zu jeder Messaufgabe können generell für alle Messpositionen Grundparameter festgelegt und gespeichert werden:

- Anzahl der nicht auszuwertenden ersten Spektren (Vorreinigung Messpunkt)
- Anzahl der einzeln auszuwertenden Spektren (Tiefenprofilanalyse)
- Anzahl der zu akkumulierenden Spektren (Kompensation schwacher Spektren-Intensitäten)

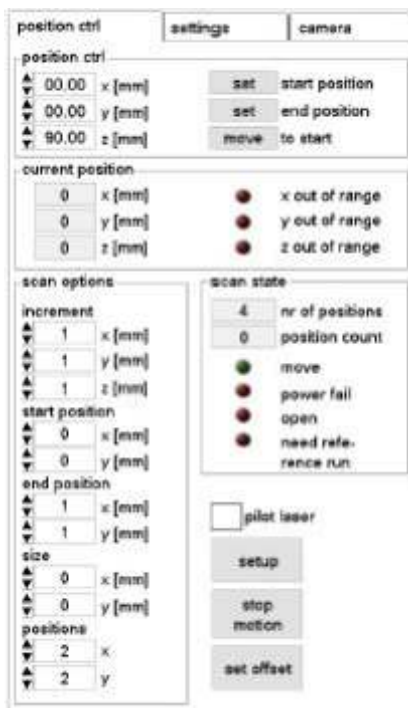
Im Gerät hinterlegte Analysemethoden und Kalibrierungen können analog zur Online-Analyse in Prozessen auch im FiberLIBS/ab zur automatischen Auswertung der gemessenen Spektren verwendet werden.

Die Ergebnisse werden bei Bedarf online während der Messung auf dem Bildschirm dargestellt und nach Ende der Messung im Gerät gesichert.

Mögliche Ergebnisformate sind:

- Einzelergebnisse für jeden Laserschuss
- Durchschnittsergebnisse für jede Position
- Durchschnittsergebnisse für den kompletten Scan-Bereich

Bei fehlender Analysemethode werden die Spektren zur nachträglichen Auswertung gespeichert. SECOPTA liefert optional Software-Tools zur Erstellung von Analysemethoden durch den Anwender sowie zur umfassenden Visualisierung von Spektren und Ergebnissen.



Screen-Shot 2D-Scan Parametrierung

Analysesoftware zur Auswertung der Spektraldaten

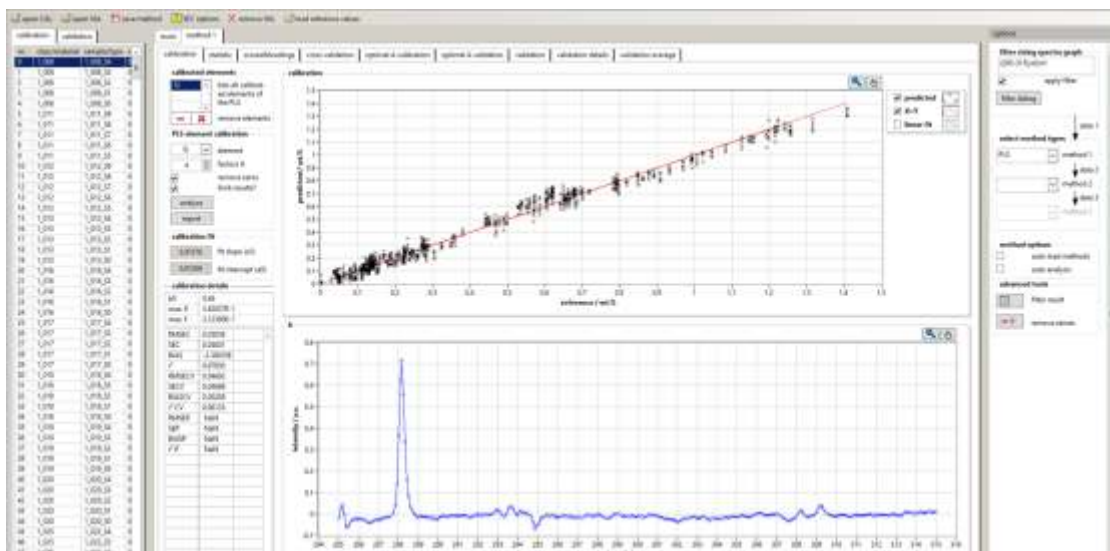
Die LIBS Software Suite ermöglicht in allen Geräten der SECOPTA die schnelle, automatisierte Auswertung der LIBS-Spektralinformation. Für definierte Anwendungen wird die Analyse-methode einschließlich erforderlicher Kalibrierungen mit dem System ausgeliefert. Für Analyseaufgaben unbekannter oder häufig wechselnder Zielstellungen wird dem Anwender optional ein offline einsetzbares Software-Paket zur umfassenden Datenvisualisierung (SEC-Viewer) und zur Erstellung von Analysemethoden (SEC-Analyzer) geliefert. Der SEC-Viewer kann nach individueller Auswertung der Spektren Ergebnisse in Berichtsform liefern, mit dem SEC-Analyzer erstellte Analysemethoden können zur automatischen Anwendung auf SECOPTA Analysesystemen ausgegeben werden.

SEC-Viewer mit den Inhalten:

- Spektren-Browser und Spektren-Visualisierung
- Export- und Importfunktionen für Spektraldaten
- Datenreduktion und Datenvorverarbeitung (Basislinienkorrektur, Normierung, Glättung, Wellenlängenbereichsreduktion)
- Auswertung und Vergleich von Spektren, automatisierte Reporterstellung
- Validierung und Offlinebewertung

SEC-Analyzer mit den Inhalten:

- Import von Referenzwerten
- Anzeige relevanter Elementlinien im Spektrum
- Datenreduktion und Ausschluss von Störlinien
- Spektralfilter, Glättung, Normierung und Basislinienkorrektur
- Methodenentwicklung mit multivariaten Analyseverfahren (PLS, Neuronale Netze, PCA u.a.) für Klassifizierung und Quantifizierung
- Validierung und Methodenoptimierung



SEC-Analyzer: Flexible Erstellung chemometrischer Modelle (univariat/multivariat) und Kalibrierungen. Die erstellten Methoden können auf das Messsystem übertragen werden.

Analyse der Elementverteilung Anwendungsbeispiel - Element-Mapping

Sowohl in der Materialforschung als auch bei der Qualitätsüberwachung in industriellen Prozessen ergeben sich vielfältige Aufgaben für die orts aufgelöste Analyse der Elementzusammensetzung von Oberflächen. Beispiele sind die Detektion von Verunreinigungen, bzw. Materialübergängen und die Visualisierung der Verteilung unterschiedlicher Bestandteile eines inhomogenen Materials.

Im Gerät hinterlegte Methoden erlauben die qualitative oder quantitative Auswertung der orts aufgelösten Spektraldaten in Echtzeit oder im Nachgang zur Messung. Die Analyseergebnisse können flexibel auf verschiedenen Farbkanäle gelegt werden, um aussagekräftige Visualisierungen der 2D-Elementverteilung zu generieren.

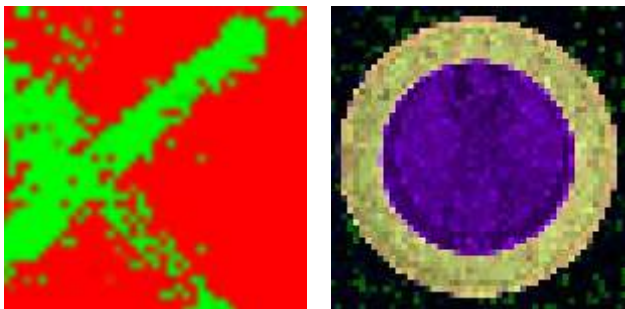
Durch Abrastern eines individuell definierbaren Bereiches wird eine Verteilungskarte der Elemente in der Oberfläche erstellt. Mittels Mehrfachschüssen auf jede Einzelposition können auch Ergebnisse für ein 3D-Mapping im oberflächennahen Bereich gewonnen werden. Einzelnen Spektrallinien oder Elementkonzentrationen zuordenbare Farbkanäle ermöglichen aussagekräftige Falschfarben-Darstellungen.

Anwendungsbeispiele

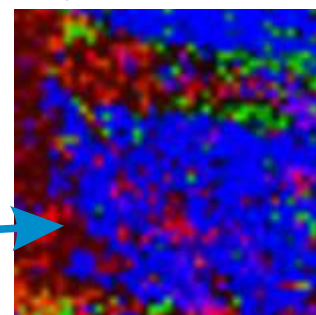
- Überprüfung von Ablationsprozessen
- Überwachung von Beschichtungsprozessen
- Präzise Analyse von Materialübergängen
- Mineralienverteilung in Bohrkernen
- Untersuchung von Störstellen in metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen.

Kundennutzen

- Schnelle visualisierte Element-Analytik
- Bestimmung der Elemente in Fläche und Tiefe
- Präzise Bestimmung auch bei geringen Konzentrationen und bei leichten Elementen
- Direkte Bewertung ohne Probenaufbereitung
- Aussagekräftige, dokumentierte Ergebnisse



Ölspur, Geldstück, Bohrkern



Element-Mapping eines Teilbereiches

Bohrkernanalyse Anwendungsbeispiel - Betonanalytik

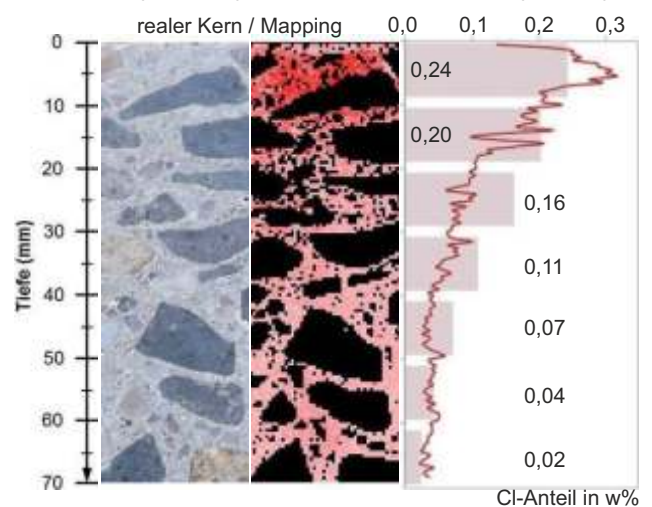
Das genaue Verständnis von Schädigungsprozessen bei Stahlbetonkonstruktionen ist eine der größten Herausforderungen für die Bauwirtschaft. Wenn Schadstoffe (z.B. Chloride oder Schwefel aus Auftau-Salzen oder Seewasser) in die Struktur bis zur Armierung eindringen, kommt es zu verstärkter Korrosion, welche zur massiven Reduzierung der Standfestigkeit führt. Vorzeitige Sanierungsmaßnahmen werden erforderlich. Auch Alkalisieselsäurereaktionen sind Prozesse, die bisher nur unvollständig verstanden sind. Die Bestimmung des Schädigungsgrades erfolgt üblicherweise durch Entnahme von Bohrkern-Proben. Die Kerne werden in einem Tiefenraster von ca. 20 mm parallel zur Eindringseite geschnitten, vermahlen und anschließend im Labor nasschemisch analysiert. Die Ergebnisse zeigen den durchschnittlichen, tiefenabhängigen Schadstoffanteil im Beton und dienen als Basis für die Entscheidung der erforderlichen Sanierungsarbeiten.

Kundennutzen

- Schnelle, orts aufgelöste Analyse der Eindringtiefe von Schadstoffen in Beton am Original-Material
- Analyse geformter Oberflächen mit gleicher Genauigkeit in allen Messpunkten
- Direkte Analyse der Zement-Matrix durch Ausschluss von nicht relevanten Materialien (Gesteinskörnung und Bewehrungsstahl) per Analyse-Software
- Erkennen von kritischen Konzentrationen auch in tieferen Schichten
- Multielement-Analyse von Chloriden, Sulfaten und Alkali-Salzen
- Verkürzung der Untersuchungsdauer speziell für kritische Bauwerke, wie Brücken und Parkdecks

Die LIBS-Analyse ermöglicht eine direkte, orts aufgelöste Untersuchung des Längsbruchs eines Bohrkerns, ausschließlich bezogen auf den Zementanteil und nicht auf für die Gesamtkonstruktion unkritischen Mineralieneinschlüsse. Es wird deutlich, dass gefährliche Schadstoffkonzentrationen auch noch in Tiefenbereichen vorkommen, für die die Durchschnittsangaben der nasschemischen Analyse keine kritischen Werte liefern. Die mit LIBS gewonnenen Ergebnisse sind aussagefähiger und ermöglichen eine qualifiziertere Sanierungsentscheidung. Das FiberLIBS/ab System verfügt über alle Voraussetzungen zur Untersuchung von halben Bohrkern mit einem Durchmesser von bis zu 200 mm. Mit der Option der automatischen Höhennachführung können auch uneben oder unregelmäßig gebrochene Kerne sicher und schnell untersucht werden.

Vergleich der Analyse-Ergebnisse Nasschemie für Beton (Balken) und LIBS für Zement (Kurve).



Schadstoffeindringung an Beton-Bohrkernen
Quelle: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BAM Berlin

Analyse nichtmetallischer Werkstoffe Anwendungsbeispiel - Einschlüsse in Glas

Inhomogenitäten in der Elementverteilung sowie Einschlüsse durch Prozessverunreinigungen sind Störfaktoren bei der Glaserzeugung. Grundlage einer Produktionsprozessoptimierung ist das genaue Verständnis über die Art und Ursachen der Inhomogenität oder Verunreinigungen.

Mit dem FiberLIBS/ab ist die orts aufgelöste Elementanalyse, insbesondere auch der leichten Elemente, wie z.B. Li, im Einzelschuss möglich. Erkannte Störstellen werden mit dem Kamerasystem und dem Ziellaser anvisiert und mit einer punktuellen oder scannenden LIBS-Messung analysiert. Die Elementzusammensetzung der Störstelle liefert Hinweise auf die Ursache. Erfahrene Prozesstechniker können daraus Vorschläge zur Qualitätsverbesserung ableiten.

Durch Abrastern eines individuell definierbaren Bereiches wird eine Elementverteilungskarte der Glasoberfläche erstellt. Durch Mehrfachschüsse auf jede Einzelposition wird auch ein 3D-Mapping im oberflächennahen Bereich möglich.

Im Gerät hinterlegte Methoden analysieren standardmäßig aus den gemessenen Spektren die Konzentrationen für die vorher kalibrierten Elemente. Anhand der Analysewerte sind sowohl eine Positive Material-Identifikation und auch die Zuordnung des Hauptmaterials zu einer Kundenklasse (hier einer Glassorte) möglich.

Einzelnen Spektrallinien zuordenbare Farbkanäle ermöglichen im Bericht aussagekräftige Falschfarben-Darstellungen.



Störstelle im Glas, LIBS liefert der Qualitätssicherung wertvolle Hinweise zur Ursachenermittlung.

Quelle: Zentrum für Glas- und Umweltanalytik GmbH
ZGU Ilmenau

Kundennutzen

- Geringer Aufwand der Probenvorbereitung (nur Zuschnitt oder Bruch)
- Schnelle, punktgenaue Messungen auf kleinen Flächen
- Präzise Elementanalytik auch bei geringen Konzentrationsbereichen und bei leichten Elementen
- Bestimmung der Elementverteilung in Fläche und Tiefe
- Aussagekräftige, dokumentierte Ergebnisse zur Optimierung des Produktionsprozesses
- Analyse materialbestimmender Elemente, wie Li, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Cr, Fe, Zn, Zr

Analyse inhomogener Materialien Anwendungsbeispiel - Schlacke

In der industriellen Praxis sind zur Bestimmung des Elementgehaltes von inhomogenen Materialien aufwändige Analyseverfahren etabliert. Meist werden die Stichproben zerkleinert, vermahlen und vermischt, bevor sie nasschemisch, mit XRF oder anderen Verfahren analysiert werden können.

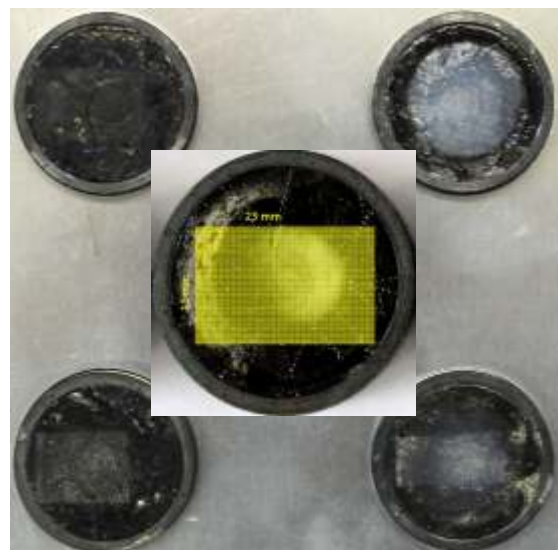
Das FiberLIBS/ab ermöglicht es, die Oberfläche inhomogener Materialien in kurzer Zeit abzuscannen und über das statistische Mittel eine hinreichend präzise Aussage über den Elementgehalt der Probe zu bekommen. Damit nicht repräsentative Spektren aus Störstellen (Löcher, metallische oder mineralische Einschlüsse) das Durchschnittsergebnis nicht verfälschen, werden diese per Software ausgeblendet.

Zur schnelleren Abarbeitung einer größeren Anzahl gleicher Probenstücke können optional Mehrfach-Aufnahmen geliefert werden. Für komplexe Messroutinen wird das Eingabefeld so erweitert, dass nur der Startpunkt auf dem ersten Probenstück vorzugeben ist. Auch komplexe Messroutinen können vom Anwender editiert und gespeichert werden. Bei Mehrfach-Aufnahmen wird ein Bericht mit Zuordnung zu jedem einzelnen Probenstück ausgegeben.

Bei stark unebenen Probenstücken kann die automatische Höhennachführung eingesetzt werden. In einer ersten Messroutine wird der Abstand zum Messpunkt in jeder Messposition bestimmt und in der nachfolgenden Messroutine automatisch berücksichtigt.

Elemente Verbindungen	Werte-Bereiche der Analyse	RMSECV [± 1σ]
FeO	0,4 - 4,1	0.417
CaO	0 - 57	1.65
SiO ₂	0 - 21	1.060
Al ₂ O ₃	0 - 34	1.330
MgO	6,0 - 15	1.92
MnO	0 - 7	0.378
P ₂ O ₅	0,02 - 0,08	0.0088
S	0,5 - 3,0	0.388
Cr ₂ O ₃	0 - 1,3	0.068
V ₂ O ₅	0 - 0,23	0.015
TiO ₂	0 - 0,5	0.016

Ergebnisse zur Schlacke-Analyse



Mehrfach-Aufnahme mit Schlacke-Proben

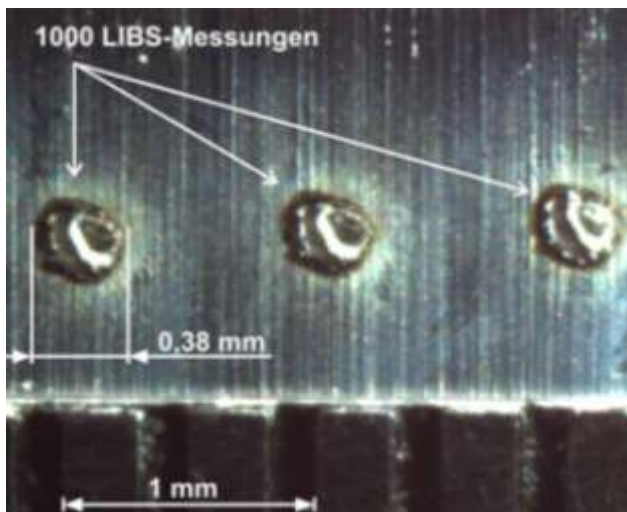
Analyse des Tiefenprofils Anwendungsbeispiel - Schichtdickenbestimmung

Das LIBS-Verfahren ermöglicht die schnelle Analyse der elementaren Zusammensetzung von Objekten. Auch sehr ähnliche Legierungen können anhand ihres spektralen Fingerabdrucks mit dieser Technologie unterschieden werden. Die Auswertung von einzelnen, nacheinander im selben Messpunkt gewonnenen Spektren ermöglicht das Erkennen des Wechsels der Material- oder Legierungsart. Jeder Puls des Lasers führt zu einer Ablation, deren Tiefe abhängig vom Material ist. Über die Anzahl der bis zum Wechsel der Legierungsart erforderlichen Messpulse und die aus jedem Puls resultierende durchschnittliche Ablationstiefe kann die Dicke einzelner Schichten berechnet werden. Für quantitative Aussagen ist eine Kalibrierung auf die Materialart erforderlich.

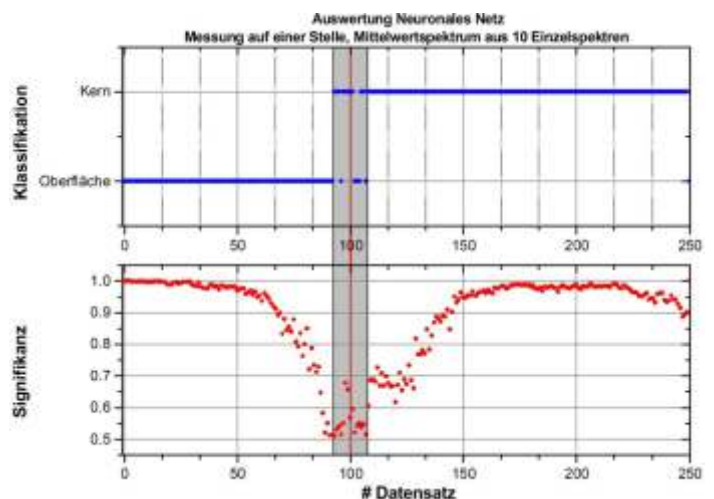
Anwendungsbeispiel:
Eine Mehrschicht-Messprobe besteht aus zwei verschiedenen Aluminium-Legierungen mit markant unterschiedlichem Mangan-Gehalten (Schicht 1 <0.1w%; Schicht 2 >1.0w%).

Ein Test ergibt die durchschnittliche Ablationstiefe von ca. 21 nm je Laserpuls. Die Materialklassifizierung erfolgt mit einem Neuronales Netz.

Zur Ermittlung der Schichtdicke werden auf einen Messpunkt 2500 Laserpulse abgegeben und jeweils 10 Spektren vermittelt. Das Ergebnis der Klassen-Signifikanzen zeigte den Materialwechsel im ersten Messpunkt bei 100(x10) Laserpulsen, was einer Schichtdicke von 21.0 µm entspricht.



Makro-Aufnahme von Messpunkten



Über drei Messpunkte wird die Schichtdicke mit durchschnittlich 22.1 µm bestimmt, wobei prozesstechnisch die Unterschiede (21.0; 21.8; 23.5) auch Ausdruck tatsächlicher Unterschiede in der Schichtdicke sein können.

Prozessgas und Option Prozesskammer Analyse im Vakuum und in Prozessgas

Luft absorbiert die tiefen UV-Anteile der Plasmaemission unterhalb von 200nm. Durch Messung in Argon-, Helium- oder Stickstoffatmosphäre kann dieser Effekt deutlich reduziert werden. Durch Verwendung von Edelgasatmosphären können die Plasmaparameter gezielt beeinflusst werden. So lassen sich z.B. schwache Chlor-Emissionen durch Einsatz von He um den Faktor fünf und mehr verstärken. Darüber hinaus können die Ergebnisse der Analyse von Elementen im Probenmaterial, die gleichzeitig auch in der Umgebungsluft vorhanden sind (z.B. O, N, H, C) stark beeinträchtigt werden.

Für Messungen unabhängig von den Umgebungsbedingungen ist die Option „Prozesskammer“ verfügbar.

Die FiberLIBS Systeme und in Erweiterung auch die Messkammer sind mit Gas-Steuerventil und Gas-Führung ausgestattet. Vom Eingang an der Rückseite der Steuereinheit wird das jeweilige Spülgas bis zum Strahlrohr am Messkopf geführt und je nach Arbeitsregime nur während der Messungen durchgeleitet.

An der Rückwand der Messkammer ist ein Anschluss zur Absaugung von Stäuben und Dämpfen direkt von der Probe integriert. SECOPTA bietet optional ein passendes Absauggerät für die Messkammer an.

Prozesskammer mit Pumpe und Barometer für einen Arbeitsdruck von 1 bis 10^{-5} bar werden ebenfalls optional angeboten. Die Edelstahl-Prozesskammer ist auch zum Einsatz mit Prozessgasen geeignet. Das Fenster im Deckel ist aus Quarzglas ausgeführt und erlaubt die Beobachtung bis 190nm

Störeffekte lassen sich durch die Schaffung einer definierten Messumgebung reduzieren oder auch ganz vermeiden. Grundsätzlich bestehen drei Möglichkeiten der Reduzierung von Beeinträchtigungen der Spektralintensität bei LIBS-Messungen in der Messkammer:

- Einsatz eines Prozessgases (z.B. N, Ar, He)
- Absaugung störender Stäube und Dämpfe
- Einbringung des Probenmaterials in die optionale Prozesskammer zur Entfernung der Umgebungsatmosphäre aus dem Messbereich über der Probe.



Vakuumkammer im Messraum

Unternehmensprofil SECOPTA analytics GmbH

Die SECOPTA analytics GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen mit Sitz in Berlin und Brandenburg. Der Fokus liegt auf der Bereitstellung robuster laserspektroskopischer Messsysteme für schnelle und präzise Prozessanalytik. Im Bereich der industriell eingesetzten *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) ist SECOPTA der führende Anbieter.

Besonders Inline-Qualitätskontrolle und Präzisionsrecycling profitieren von den herausragenden Vorteilen des LIBS-Verfahrens. Ein großer Vorteil der LIBS-Technologie besteht im schnellen berührungslosen Messen von beliebigen Materialien selbst in hochautomatisierten Prozessen, etwa auf schnell bewegten Transportbändern. Neben robuster, wartungsarmer und langzeitstabiler Hardware bietet SECOPTA einzigartig leistungsfähige Softwaremodule auf Basis modernster chemometrischer Verfahren.

Präzise Analysen der elementaren Zusammensetzung von Teilen bzw. Materialströmen ermöglichen die Prozesssteuerung in Echtzeit, die inline-Qualitätskontrolle und die sortenreine Trennung unterschiedlicher Materialtypen in Fraktionen mit quantitativ vordefinierter Legierungszusammensetzung.

Zum Einsatz kommen Gerätetypen, die in ihrer Funktionalität und Ausstattung für die unterschiedlichsten Anwendungen optimiert wurden. Im Bereich Qualitätskontrolle werden die Multi-Element-Analysatoren vom Typ FiberLIBS^{inline} eingesetzt.

Die besonders schnellen MopaLIBS-Systeme kommen bei der Analyse und Klassifizierung von Metalllegierungen im Präzisionsrecycling und bei der online Analyse von Primärrohstoffen zum Einsatz.

Das FiberLIBS^{lab} nutzt die Vorteile des Verfahrens zur schnellen orts aufgelösten Analyse von Materialoberflächen mittels 2D/3D-Scan.

Haben Sie Fragen zur LIBS-Messtechnik oder zu den beschriebenen Produkten und Applikationen?

Rufen Sie und an oder kontaktieren Sie uns per E-Mail. Wir beraten Sie gern.

SECOPTA analytics GmbH
Rheinstraße 15b
14513 Teltow

Tel.: +49 (0)3328 35403-00
Fax: +49 (0)3328 35403-99
Mail: info@secopta.de
www.secopta.com



SECOPTA Standort im TelTower bei Berlin