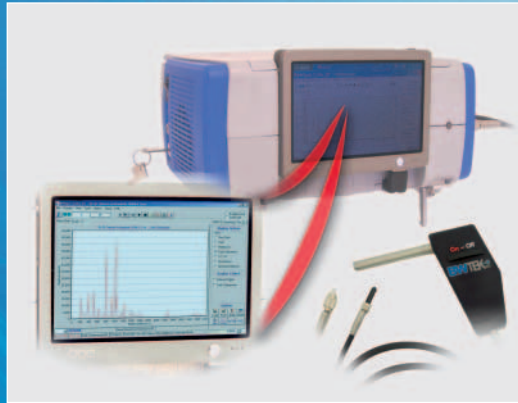


Mobile Analytik

Raman-Spektroskopie



Modell MiniRam2™



Modell MiniRam2™



Modell i-Raman™

Unsere tragbaren Raman-Spektrometer bieten flexible und kostengünstige Lösungen für Messungen in Laborqualität wie auch im Feldeinsatz. Typische Anwendungsbeispiele sind in allen Lifescience-Bereichen wie Medizintechnik, Biotechnik, Lebensmitteltechnologie, Pharmatechnologie und Umwelttechnik zu finden. Die Vielfalt der Anwendungen erstreckt sich von der einfachen Identifikationsbestimmung, beispielsweise in der Wareneingangskontrolle, über die quantitative Analytik bis hin zur vollautomatisierten Prozesskontrolle.

Mobile Raman-Spektrometer

Unser Partner B&W Tek, der sich seit Jahren einen internationalen Ruf als Laser- und als Spektrometerhersteller erworben hat, ließ sein Know-how aus beiden Gebieten in seine tragbaren Ramanspektrometer einfließen. Der Raman-Effekt basiert auf einer Wechselwirkung von Licht mit Molekülen, wobei eine inelastische Streuung stattfindet (ausführliche Erläuterung auf Seite 18). Die Wellenlängen des Anregungslasers werden applikationsspezifisch festgelegt. Die Leistungsfähigkeit der B&W Tek-Systeme überzeugt auch im Vergleich mit deutlich teureren Laborsystemen. Verschiedene Gerätevarianten der Serie MiniRam2™ und i-Raman™ erschließen flexible und kostengünstige Lösungen für den Einsatz in Labor, Prozess und Feld. Als applikationsspezifische Anregungs-Laserwellenlängen stehen 785 nm, 532 nm, 1064 nm, 488 nm und 473 nm mit Linienbreiten unter 0,2 nm zur Verfügung. Der detektierbare Ramanshift reicht z. B. bei

der 785 nm-Anregung von 175 cm^{-1} bis 3200 cm^{-1} bei einer Auflösung von 5 cm^{-1} . Die anregende Laserlinie wird dabei mittels hochentwickelter Filter schmalbandig unterdrückt, um Streulicht innerhalb des Spektrometers weitestgehend zu vermeiden.

Die oft schwachen Ramanlinien können dann durch Einsatz gekühlter und empfindlicher Diodenarrays nachgewiesen werden. Im Vergleich zu herkömmlichen Czerny-Turner Spektrometern bietet das i-Raman™ durch seinen gefalteten optischen Aufbau mit holographischem Transmissionsgitter neben Kompaktheit eine verbesserte optische Abbildung, hohe spektrale Auflösung und erhöhte Empfindlichkeit, insbesondere im Bereich der C-H-Schwingungen entsprechend einer Ramanverschiebung von ca. 3000 cm^{-1} . Dabei reduziert die thermo-elektrische Detektorarraykühlung den Dunkelstrom beträchtlich und erlaubt so auch längere Integrationszeiten.

Anwendungsbeispiele:

- Wareneingangskontrolle von Chemikalien
- Erkennung von Nahrungsmittelzusätzen
- Prozessüberwachung bei der Biodieselherstellung
- Überwachung von Polymerisationsprozessen
- Sprengstoff- und Betäubungsmitteldetektion
- Edelsteinqualifikation
- Fermentationsprozessüberwachung
- Trink- und Abwasserüberwachung
- Erkennung gefälschter Geldscheine
- In-vivo-Hautmessungen

www.analytic-web.com

Fortsetzung von Seite 17

Mobile Analytik

Hochwertige Ausstattung

Verschiedene Modellvarianten, beispielsweise mit integriertem Computer zur direkten Spektrenanzeige und -speicherung sowie prozessoptimierte Versionen mit NEMA 4X- bzw. IP 65-Gehäusen bieten größtmögliche Flexibilität für unterschiedlichste Messaufgaben. Die USB-Schnittstelle ermöglicht die Datenerfassung und -auswertung vor Ort und der optionale Akku garantiert eine Betriebszeit von zwei

Stunden. Mit dem zugehörigen Messkopf können Feststoffe und Flüssigkeiten schnell bewertet, Identifikationen bestätigt und Qualitäten untersucht werden. Eine umfangreiche Palette an Zubehör wie Prozessmessköpfe, Anzeigemodul, Raman-Mikroskop, Sondenhalter, Softwarepakete zur Spektreninterpretation, Küvettenhalter und Akkus runden dieses attraktive Angebot ab. Die Vielfalt der Anwendungen im Lifescience-Bereich (Medizin- und Biotechnik, Lebensmittel- und Pharmatechnologie, Umwelttechnik) erstreckt sich von der einfachen Identifikationsbestimmung, beispielsweise in der Wareneingangskontrolle, über quantitative Analytik bis hin zur vollautomatisierten Prozesskontrolle.

Was steckt im Weizenkorn?

Das folgende Anwendungsbeispiel zeigt den erfolgreichen Einsatz eines Raman-systems mit einem optional erhältlichen Mikroskop und integrierter Kamera (Bild 1). Bestimmte Weizenkerne, bereitgestellt vom USDA (United States Department of Agriculture), waren raman-spektroskopisch auf Inhaltsstoffe wie Stärke und Fette zu untersuchen. Zunächst wurde ein Ramanspektrum des gesamten Weizenkorns mit einer Standard-Raman-Laborsonde aufgenommen. Die Sonde fokussierte den anregenden Laser mit einer Wellenlänge von 785 nm und einer Ausgangsleistung von etwa 300 mW auf einen Spot mit 100 µm Durchmesser. Das Spektrum zeigte vom Fluoreszenzlicht der Weizenkleie überdeckte Ramanbanden ohne die erwarteten spezifischen Raman-Peaks von Fett oder Stärke (Bild 2).

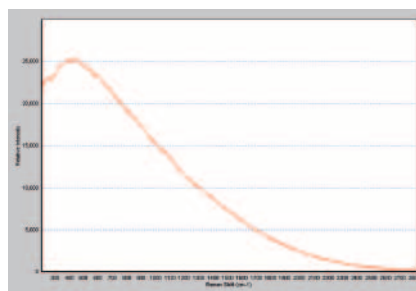


Bild 2: Raman-Spektrum des unpräparierten Weizenkorns mit Standard-Laborsonde aufgenommen

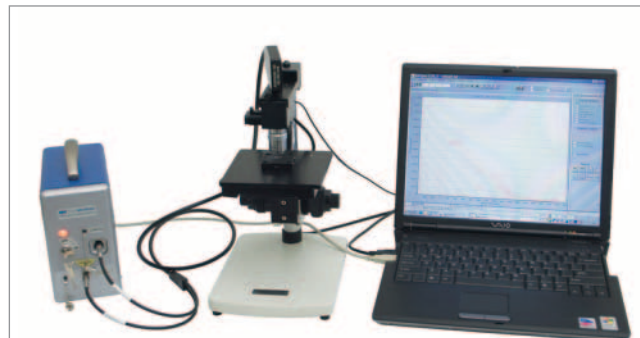


Bild 1: Versuchsaufbau mit MiniRam™, Raman-Mikroskop und Laptop

Danach erfolgte die Messung mit einem MiniRam™-Spektrometer der Firma B&W Tek mit Mikroskop (20x), integrierter Videokamera und µm-Verfahrtisch. Die Weizenkerne wurden mechanisch aufpoliert, um ein Querschnittsprofil zu erzeugen. Mit der so präparierten Probe konnten jetzt mit Hilfe der µm-Verstellung des Mikroskoptisches gezielt Areale des Weizenkerns selektiert und von dort entsprechende Ramanspektren aufgenommen werden.

Deutlich zu erkennen waren jetzt die spezifischen Raman-Peaks von Stärke und Fett. (Bild 3). Die einfache und flexible koaxiale Einkopplung des Laserlichts in den Mikroskop-Strahlengang erlaubt es, Ramanspektren von ausgesuchten Arealen einer Probe zu detektieren, ohne dass störende Fluoreszenzen von umliegenden Substanzen die eigentlichen Linien überdecken oder verwaschen. Die integrierte Videokamera und der µm-Verstellstisch erlauben dabei eine präzise Auswahl des Messortes.

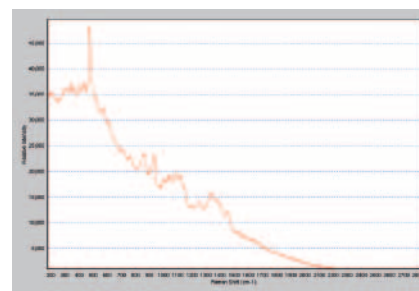


Bild 3: Ramanspektrum des präparierten Weizenkorns

17

Der Raman-Effekt

Der indische Physiker C.V. Raman erhielt 1930 den Nobelpreis für Physik für den nach ihm benannten Raman-Effekt. Dieser beruht auf einer Wechselwirkung von Licht mit Molekülen, wobei eine Energieübertragung stattfindet (inelastische Streuung). Dabei überträgt entweder ein Photon Energie auf ein Molekül, regt dieses also zu Schwingungen oder Rotationen an, und ist danach energieärmer und damit langwelliger (Stokes-Linien). Oder ein Molekül befindet sich aufgrund thermischer Zusammenstöße bereits in einem angeregten Schwingungszustand und kann diese Energie auf ein Photon übertragen, welches danach energiereicher also kurzwelliger ist (Anti-Stokes-Linien).

Diese Energieübertragungen können aufgrund der Quantenphysik für das jeweilige Molekül nur in genau definierten Energieportionen erfolgen. Die damit verbundenen und mit einem Spektrometer zu messenden Frequenzverschiebungen des Lichtes in Bezug auf die anregende Wellenlänge werden Raman-Verschiebung genannt und stellen für jedes Molekül einen charakteristischen Fingerabdruck dar. Die Energieänderungen werden dabei durch die der Energie proportionalen Wellenzahl $k = 1/\lambda$ in der Einheit cm^{-1} angegeben. Aufgrund der geringen Wahrscheinlichkeit für die zu nutzenden inelastischen Streueffekte werden starke Lichtquellen, in der Regel Laser, eingesetzt.