Nahinfrarot-Spektroskopie für die Prozesskontrolle

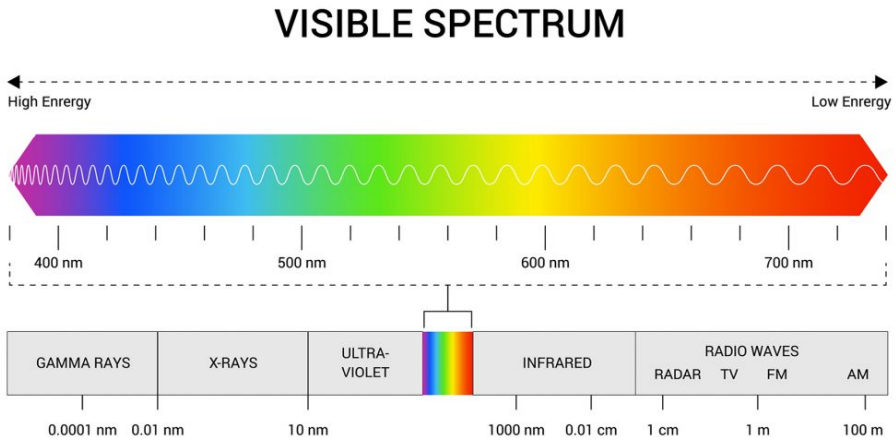
Artikel vom **3. Juli 2024**
Analysegeräte



Die Inline-Analyse von Fett-, Eiweißgehalt und Feuchte sorgt bei der Herstellung von Fleischprodukten für eine konstante Produktqualität. Bilder: Polytec

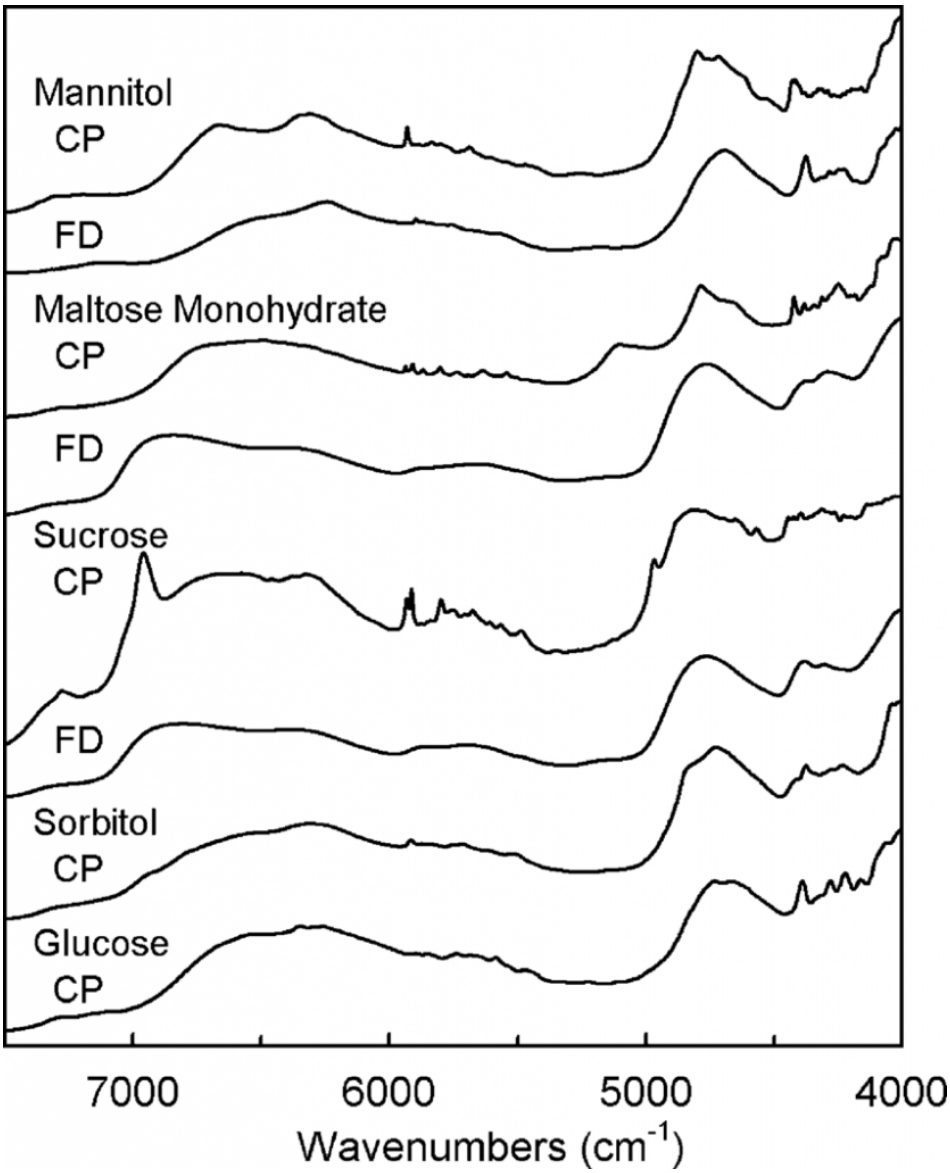
Mit dem Wachstum der Weltbevölkerung steigt der Bedarf an Nahrungsmitteln. Verbraucher verlangen dabei konstante Qualität, die umweltfreundlich und ressourcenschonend produziert wird. Gesetzliche Regelungen erfordern von den Herstellern eine kontinuierliche Qualitätskontrolle ihrer Produkte, um Konsumenten vor Schadstoffen zu schützen und die Inhaltsstoffe transparent zu machen. Die Nahinfrarottechnologie (NIR) bietet hierfür ein effektives Instrument. NIR-Analysegeräte führen zuverlässige, zerstörungsfreie Messungen verschiedenster Inhaltsstoffe direkt in der Produktionslinie durch. Produzenten von Molkerei-, Back-, Süßwaren, Fleischprodukten oder Speiseölen können so ihre Qualitätskontrollen nahtlos in den Produktionsprozess einbinden, was zur Optimierung von Produkten und Prozessen beiträgt. Dies führt zu einer höheren Qualität und niedrigeren Produktionskosten, während Fehlproduktionen und Überproduktion vermieden werden. Gesetzliche Vorgaben zwingen die

Lebensmittelproduzenten zu strengen Qualitätskontrollen, um die Verbraucher vor Schadstoffen zu schützen sowie Inhaltsstoffe klar zu deklarieren. NIR-Analysesysteme sind das richtige Werkzeug, denn sie ermöglichen zuverlässige und zerstörungsfreie Messungen ganz unterschiedlicher Inhaltsstoffe direkt in der Fertigungslinie, bei Molkereiprodukten und Backwaren ebenso wie bei Süßwaren, Fleischprodukten oder Speiseölen.



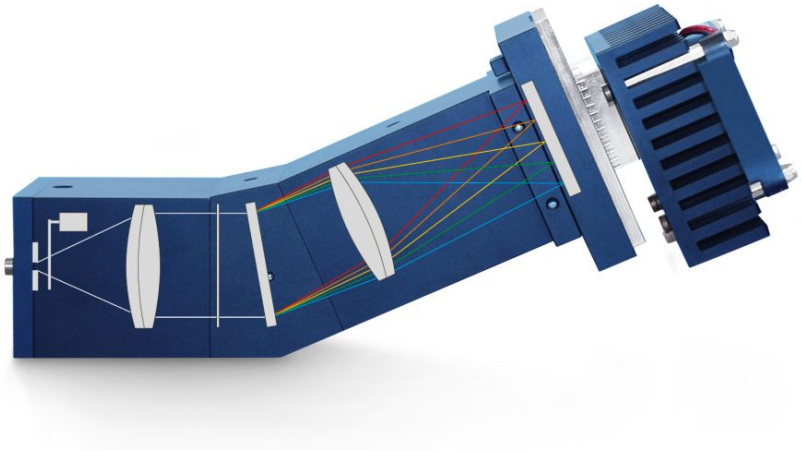
Bereiche der elektromagnetischen Strahlung. Quelle: Polytec

Die Analysen belegen dann beispielsweise, dass das Produkt der Rezeptur und auch der Inhaltsangabe auf dem Etikett entspricht und die gesetzlichen Vorgaben und Grenzwerte erfüllt sind. Gleichzeitig lassen sich Fehlproduktionen vermeiden, denn abweichende Qualitätsparameter werden sofort erkannt und nicht erst nach manueller Probenentnahme und traditioneller, zeitaufwendiger Laboranalyse. Weil die Anwendungen sehr breit gefächert sind, hat Polytec seine NIR-Spektrometer-Systeme modular aufgebaut. So können diese flexibel den jeweils gegebenen Produkt- bzw. Prozesseigenschaften individuell angepasst werden. Kombinationen aus Spektrometer, unterschiedlichen Messköpfen und verschiedenen Softwarepaketen ermöglichen es, immer eine optimierte Lösung für eine qualitative oder quantitative Inline-Analyse zusammenzustellen, die zuverlässige Messergebnisse in Echtzeit liefert.



NIR-Spektrum verschiedener Zucker wie Maltose, Glucose oder Traubenzucker. Jedes Molekül hat sein eigenes Spektrum.

Bei der Lebensmittelherstellung ist die Qualitätskontrolle im Labor mit klassischen Laborsystemen und nasschemischen Verfahren immer noch weit verbreitet. Praxisgerecht ist ein solches Vorgehen jedoch nicht. Proben müssen unter Einhaltung der Hygienebedingungen aus der laufenden Produktion entnommen werden, was sich oftmals als schwierig erweist, besonders bei geschlossenen Produktionslinien. Pro Analyse lässt sich oft nur ein Parameter bestimmen. Es entsteht chemischer Abfall, der entsorgt werden muss. Zudem sind bei einem 24-Stunden-Betrieb die Personalkosten beachtlich; vorausgesetzt es gibt überhaupt genügend Fachkräfte.



Modularer Aufbau: Das Herzstück bildet die Spektrometereinheit, der sogenannte PSS Polychromator, der mit moderner Diodenzeilen-Technik ausgestattet ist. Die Spektrometer sind mit dem Messkopf über beliebig lange Lichtwellenleiter verbunden.

Deutlich effizienter lassen sich fertigungs- und qualitätsrelevante Parameter wie Feuchte, Zucker-, Eiweiß- und Fettgehalt mit NIR-Spektrometern direkt in der Produktionslinie bestimmen, berührungslos und ohne dass Proben aus dem Prozess entnommen werden müssen. Die Analysen belegen dann beispielsweise, dass das Produkt der Rezeptur und auch der Inhaltsangabe auf dem Etikett entspricht und dass die gesetzlichen Vorgaben erfüllt sind. Gleichzeitig werden Fehlproduktionen vermieden, weil abweichende Werte sofort zu erkennen sind und nicht erst nach der Laboranalyse. Rohstoffe und Energie lassen sich zudem besser nutzen. Ist beispielsweise der gewünschte Trocknungsgrad erreicht, muss dem Prozess keine Wärme mehr zugeführt werden.

Mit Licht

Die Nahinfrarot-Spektroskopie arbeitet mit Licht zwischen 800 und 2500 Nanometern Wellenlänge. Bei der Absorption von NIR-Strahlung werden Moleküle zu Schwingungen angeregt. Aus den reflektierten Spektren können Informationen über die molekulare Zusammensetzung abgelesen werden. Diese lassen sich dann sowohl zur Identifizierung (»Fingerprint«) als auch zur Quantifizierung von Substanzen nutzen.



Ein Kontaktmesskopf direkt in der Pumpleitung ermittelt kontinuierlich den Fett- und Eiweißgehalt bei der Trinkmilch-Produktion.

Ein Hauptvorteil der NIR-Spektroskopie ist die einfache Handhabung. Denn Licht lässt sich durch Luft oder Glasfasern fast überall hin transportieren. Außerdem können Spektrometersysteme entsprechend den jeweils gegebenen Produkt- beziehungsweise Prozesseigenschaften individuell angepasst werden. Kalibriert wird das Spektrometersystem auf Basis der erzeugten NIR-Daten und einer Referenzanalyse im Labor. Mit dem chemometrischen Kalibrationsmodell ist das System in der Lage, jederzeit Proben mit unbekannter Konzentration auszuwerten.

Modularer Systemaufbau

Weil die Anwendungen sehr breit gefächert sind, hat Polytec die NIR-Spektrometersysteme modular aufgebaut. So können diese flexibel den jeweils gegebenen Produkt- und Prozesseigenschaften individuell angepasst werden. Kombinationen aus Spektrometer, unterschiedlichen Messköpfen und verschiedenen Softwarepaketen ermöglichen es, eine optimierte Lösung für eine qualitative oder quantitative Inline-Analyse zusammenzustellen, die zuverlässige Messergebnisse in Echtzeit liefert. Das Herzstück bildet immer die Spektrometereinheit, der so genannte Polychromator, der mit moderner Diodenzeilen-Technik ausgestattet ist. Besonders wichtig für den Einsatz in einem industriellen Umfeld mit teilweise schwierigen Umgebungsbedingungen sind die kompakte Bauform und die robuste Konstruktion, die durch den Verzicht auf bewegliche Teile erreicht werden. Die Trennung von Spektrometer und Messkopf, die über beliebig lange Lichtwellenleiter verbunden sind, ermöglicht zudem die Montage des Spektrometers in einem weniger problematischen Umfeld. So kann der Kontaktmesskopf an Rohrleitungen im Explosionsschutz-Bereich (IECEx- und ATEX-Bereich) dank seiner kompakten Bauweise integriert werden und das Spektrometersystem mit Datenauswertung im Kontrollraum, also Nicht-Ex-Bereich, aufgebaut sein.

Beispiel Olivenöl

NIR-Spektrometer finden ihren Einsatz in vielen Bereichen der Lebensmittelproduktion. So nutzen Hersteller von Speiseölen die Technologie, um den Ölgehalt von Ölsaaten und Früchten noch vor der Pressung zu bestimmen.



Zur Bestimmung von Feuchtigkeit und Ölgehalt ist der Distanzmesskopf über dem Förderband mit den Oliven montiert.

Bei Oliven beispielweise lassen sich Öl und Säuregehalt direkt nach der Ernte auf dem Förderband bestimmen. Das ist wichtig, weil die Lieferanten je nach Ölgehalt der Oliven bezahlt werden. Nach der ersten Pressung misst ein NIR-Spektrometer den Gehalt an Fettsäure, der über die Güteklasse entscheidet. Bei der höchsten Güteklasse »extra vergine« muss der Fettsäuregehalt unter 0,8 besser noch unter 0,5 Prozent liegen. Beim Trester lässt sich nach der Pressung der Restölgehalt bestimmen um zu entscheiden, ob sich eine weitere Verarbeitung mit schlechterer Güteklasse lohnt. Die NIR-Spektrometer steigern die Effizienz des Pressvorgangs und die Qualität des erzeugten Speiseöls. Dies hilft dem Produzenten und schließlich auch dem Verbraucher, der ein hochqualitatives Produkt konsumieren kann, das lange haltbar ist und den gesetzlichen Vorgaben entspricht.

Fettgehalt von Trinkmilch

Gleiches gilt bei der Produktion von Milch und Käse. Hier lassen sich gängige Parameter wie Fett- und Eiweißgehalt kontinuierlich ermitteln und damit die optimale Produktqualität und Produktionsauslastung gewährleisten. Um etwa eine Trinkmilch mit einem definierten Fettgehalt zwischen 0,1 und 7 Prozent herzustellen, werden zuerst die Fettphase (Sahne) und die wässrige Phase getrennt (Separation) und anschließend zu definierten Bestandteilen wieder gemischt (Standardisierung). Für beide Produktionsschritte wird an unterschiedlichen Stellen ein NIR-Kontaktmesskopf direkt in der Pumpleitung montiert. Parameter, die hier gemessen werden, sind außer Fett und Eiweiß auch die Gesamttrockenmasse und der Laktosewert.

Von Schokolade bis Fleischersatz

Ähnliche Aufgabenstellung gibt es überall in der Lebensmittelproduktion, zum Beispiel auch bei der Herstellung von Schokolade. Wichtige Parameter, die es während des vielstufigen Produktionsprozesses zu überwachen gilt, sind vor allem der pH-Wert des Kakaos, Fett- und Zuckergehalt sowie die Gesamttrockenmasse. Weitere typische Einsatzbereiche für die NIR-Spektrometer gibt es bei der Herstellung von Fleischprodukten, Wurst oder veganen Alternativerzeugnissen. Die Inline-Analyse von Fett-Eiweißgehalt und Feuchte sorgt für eine konstante Produktqualität, bei der die auf der Verpackung angegebenen Inhaltstoffe nachweislich mit der Produktzusammensetzung übereinstimmen.



Michael Huber, Applikation- & Produktmanager Analytik, bei Polytec.

Aufgrund ihrer Vielseitigkeit eignen sich NIR-Spektrometer aber nicht nur für die Nahrungsmittelindustrie, sondern auch für Inline-Analysen in vielen anderen Branchen. Die Anwendungsgebiete reichen von Landwirtschaft oder Chemie- und Pharmaindustrie über Biotechnologie, Polymerherstellung sowie Petrochemie bis hin zur Kunststoffsortierung im Recycling.

Hersteller aus dieser Kategorie

© 2025 Kuhn Fachverlag