

Application Note AN-PAN-1061

Inline-Nachweis von Weizenmehlverfälschungen durch NIR-Spektroskopie

Die Verfälschung von Produkten in der Lebensmittelindustrie ist seit jeher ein großes Problem, da sie eine einfache Möglichkeit zur Kosteneinsparung darstellt [1]. Dies führt jedoch zu großen Gesundheitsrisiken, wenn Allergene oder andere schädliche Zusätze zugesetzt werden, sowie zu Veränderungen der Lebensmittelqualität und der Nährwerte.

Die Erkennung von Lebensmittelverfälschungen ist oft nicht einfach, da die Ersatzstoffe die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Originalprodukts imitieren. Damit die Lebensmittelindustrie den Verbrauchern eine hohe Produktqualität garantieren kann, müssen Verunreinigungen in den Rohstoffen und in den Endprodukten unbedingt erkannt werden. Dies ist nur mit präzisen Messungen während des Herstellungsprozesses möglich.

Diese Process Application Note beschreibt die Inline-Analyse von Kartoffelstärkeverunreinigungen in einem Weizenmehlherstellungsprozess mit der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR) unter Verwendung eines 2060 *The* NIR Analyzer von Metrohm Process Analytics. Der 2060 *The* NIR Analyzer bietet eine schnelle, reagenzienfreie und zerstörungsfreie Analyse der Kartoffelstärke mit einer speziell für diese Anwendung entwickelten Reflexionssonde. Die Ergebnisse sind schnell verfügbar, wodurch Prozesse in Echtzeit gesteuert werden können.

EINFÜHRUNG

Weizen ist eines der wichtigsten globalen Grundnahrungsmittel. Laut Statista wurden im Zeitraum 2021-2022 weltweit mehr als 778 Millionen Tonnen Weizen produziert [2]. Aus den Weizenkörnern wird Weizenmehl hergestellt - der Hauptbestandteil von Brot, einem Grundnahrungsmittel, das weltweit konsumiert wird. Stärke ist der wichtigste Bestandteil von Brot und beeinflusst die Form, die Konsistenz der Krume und den Gesamtgeschmack. Während des Backvorgangs kommt es zu einer Verkleisterung zwischen der Stärke im Mehl und dem Teig zugesetzten Wasser.

Der Prozess dieser Umwandlung im Mehl umfasst mehrere vorbereitende Schritte, die je nach Art des herzustellenden Mehls (z. B. Weizenvollkornmehl, raffiniertes Mehl usw.) unterschiedlich sind. Der wichtigste Prozess ist das "Mahlen", bei dem die Körner zu einer mehlartigen Konsistenz gemahlen werden.

Ähnlich wie Weizen ist die Kartoffel eine der am häufigsten angebauten Pflanzen in Europa, Amerika und Asien [3]. Speziell in China wird die Kartoffel aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften und ihres Nährwerts (z. B. hohe Wasseraufnahmefähigkeit und Unterstützung der Blutzuckerregulierung) hauptsächlich als Grundnahrungsmittel verwendet [3]. Kartoffelmehl ist dem Weizenmehl chemisch ähnlich (d. h. es besteht hauptsächlich aus Stärke) [4], was es in bestimmten Bereichen zu einer hervorragenden Alternative macht. Außerdem ist es schwierig, zwischen Kartoffel- und Weizenmehl zu unterscheiden.

Die Nachfrage nach Weizen war aufgrund seiner verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten (z. B. Mehl, Bulgur, Hartweizen usw.) schon immer hoch. Letztlich wurden bei der Herstellung von Weizenmehl zahlreiche betrügerische Aktivitäten entdeckt, da beispielsweise günstigeres Kartoffelmehl beigemischt werden kann, um die Produktionskosten zu senken und die Produktionsmenge zu erhöhen.

Die Vermischung von Kartoffelmehl und Weizenmehl kann in einigen Fällen jedoch auch von Vorteil sein. Viele Menschen besitzen eine gewisse Unverträglichkeit gegenüber Gluten, einem wichtigen Protein in Weizen. Daher ist je nach Anwendung (z. B. bei der Weizenmehlherstellung oder der Grundnahrungsmittelproduktion) eine schnelle und genaue Methode zur Bestimmung des spezifischen Gehalts beider Komponenten erforderlich, um Kreuzkontaminationen und Verfälschungen zu vermeiden und/oder eine hohe Produktqualität zu gewährleisten.

Während des Mischprozesses der Weizen-/Kartoffelmehlherstellung werden in der Regel

NIR-Prozessanalysatoren von Metrohm Process Analytics ermöglichen den Vergleich von Echtzeit-Spektraldaten aus dem Prozess mit einer Primärmethode, um ein einfaches, aber unverzichtbares Modell für kritische industrielle Prozessanforderungen zu erstellen.

Die regelmäßige Überwachung an mehreren Prozesspunkten unterstützt die frühzeitige Erkennung von Verfälschungen und schlechter Produktqualität, was ein rasches Eingreifen und die Vermeidung einer weit verbreiteten Kontamination ermöglicht. Dies trägt zum Schutz der Verbraucher und zur Aufrechterhaltung der Integrität der Lebensmittelversorgungskette bei. Hersteller gewinnen mit dem 2060 *The* NIR Analyzer (Abbildung 1), der mit jedem NIR-Gehäuse bis zu fünf Prozesspunkte überwachen kann, mehr Kontrolle über die Mehlproduktion.

Eine speziell für diese Anwendungen entwickelte Sonde wird als "Löffel" mit Öffnungen zur Luftspülung an der Sondenspitze verwendet. Nach der Erfassung eines NIR-Spektrums (siehe Abbildung 2) wird der "Löffel" durch den Luftstoß für eine neue Probe gereinigt. Dies geschieht komplett automatisiert und ohne Bedienereingriff.

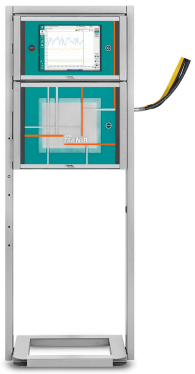


Abbildung 1. Der 2060 The NIR Analyzer mit Glasfaserkabel.

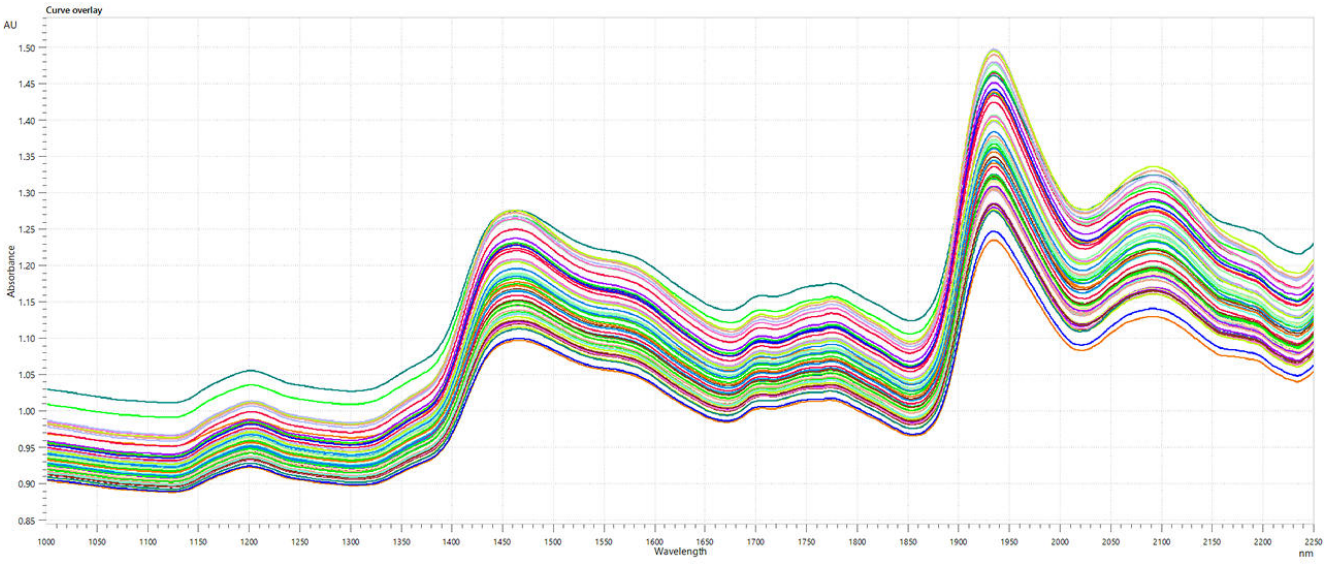


Abbildung 2. Rohspektren im Nahinfrarotbereich, die beim Mischen von Weizenmehl mit dem 2060 The NIR Analyzer von Metrohm Process Analytics gemessen wurden.

ANWENDUNG

Die in Abbildung 2 gezeigten Spektren decken alle Konzentrationen von 0 bis 100 % für jede Mehlsorte (Weizen und Kartoffel) ab. Da es nicht möglich ist, ein Spektrum einer Mehlsorte allein durch visuelle Prüfung zuzuordnen, werden moderne mathematische Verfahren (Chemometrie) verwendet. Der verwendete Wellenlängenbereich liegt zwischen 1100 und 2000 nm. In diesem Bereich liegen die Absorptionsbanden und somit interessierenden Informationen von Stärke, Wasser (Feuchtigkeit), Protein, Zucker und Fett. Die Inline-Analyse ist mit einer Reflexionssonde mit Spülungfunktion an der Sammelspitze direkt in einem Dosierer/Trichter oder in einem Mischer möglich.

Tabelle 1. Parameter zur Inline-Überwachung während des Weizenmehl-Mischprozesses.

Analyt	Konzentration (%)	Präzision (relativ)
Weizenmehl	0–100%	2.5%
Kartoffelmehl	0–100%	2.5%

BEMERKUNGEN

Eine angemessene Anzahl von Proben, die die Prozessvariabilität abdecken, werden mit NIRS und einer Primäranalytik analysiert, um ein genaues und robustes NIRS-Modell zu erstellen. Die richtige NIRS-Sonde wird in-situ so platziert, dass ein ausreichender Probenkontakt mit dem Sondenfenster gewährleistet ist und eine repräsentative Probe jederzeit vorliegt. Die richtige Auslegung der Sonde und die optimale Platzierung im Prozess sind von großer Bedeutung.

FAZIT

Der Einsatz der NIR-Spektroskopie für den Inline-Nachweis von Weizenmehlverfälschungen bietet eine schnelle, zerstörungsfreie und reagenzienfreie Lösung zur Gewährleistung der Produktqualität und -sicherheit in der Lebensmittelindustrie. Die Verfälschung von Weizenmehl mit Substanzen wie Kartoffelstärke kann ein Gesundheitsrisiko darstellen und die Nährwertangaben beeinträchtigen.
Herkömmliche Methoden zum Nachweis solcher Verfälschungen beinhalten oft manuelle Probenahmen und Offline-Analysen, was zu Verzögerungen und zu Entscheidungen über weiteren Verarbeitungsschritten auf Grundlage potenziell veralteter Informationen führt. Der 2060 *The* NIR Analyzer von Metrohm Process Analytics ermöglicht eine Echtzeit-Überwachung des Herstellungsprozesses und liefert schnelle und genaue Ergebnisse. Durch den Einsatz der NIR-Spektroskopie können Hersteller fundierte Entscheidungen schneller treffen, Kreuzkontaminationen verhindern und die Produktqualität aufrechterhalten und sogar verbessern, um die Anforderungen der Verbraucher an authentische und sichere Lebensmittelprodukte zu erfüllen.

ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

AN-NIR-040 Proteingehalt in Nahrungsergänzungsmitteln und Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)
AN-NIR-110 Qualitätskontrolle von Zuckerrohrsaft
AN-RS-009 Identifizierung und Kontrolle von Fettsäuren in funktionellen Lebensmitteln und Kosmetika

VORTEILE FÜR NIRS IM PROZESSUMFELD

- **Optimieren Sie die Produktqualität und steigern Sie den Gewinn** mit schnelleren Reaktionszeiten auf Prozessschwankungen
- **Höhere und schnellere Kapitalrendite** durch Nutzung von Echtzeitdaten zur Prozessoptimierung (z. B. optimales Weizen-/Kartoffelverhältnis)
- **Reduzierung der Betriebskosten und Verbesserung der Sicherheit** durch chemikalien- und reagenzienfreie Analytik



REFERENZEN

1. Rohman, A.; Che Man, Y. B. Die Verwendung der Fourier-Transformations-Mittelinfrarotspektroskopie (FT-MIR) zur Erkennung und Quantifizierung von Verfälschungen in nativem Kokosnussöl. *Lebensmittelchem.* **2011**, *129* (2), 583–588. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.070.
2. Shahbandeh, M. *Weizen – Statistiken & Fakten.* Statista. https://www.statista.com/topics/1668/weizen/ (abgerufen am 12.07.2023).
3. Tao, C.; Wang, K.; Liu, X.; et al. Auswirkungen von Kartoffelstärke auf die Eigenschaften von Weizenteig und die Qualität frischer Nudeln. *CyTA - J. Essen* **2020**, *18* (1), 427–434. https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1768152.
4. Yánez, E.; Ballester, D.; Wüth, H.; et al. Kartoffelmehl als teilweiser Ersatz von Weizenmehl in Brot: Backstudien und Nährwert von Brot mit abgestuften Anteilen an Kartoffelmehl. *Int. J. Lebensmittelwissenschaft. Technol.* **1981**, *16* (3), 291–298. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb01017.x.
5. Rady, A. M.; Guyer, D. E. Schnelle und/oder zerstörungsfreie Methoden zur Qualitätsbewertung von Kartoffeln: Ein Überblick. *Berechnen. Elektron. Landwirtschaft.* **2015**, *117*, 31–48. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.002.

CONTACT

Metrohm Inula
Shuttleworthstraße 25
1210 Wien

office@metrohm.at

KONFIGURATION



2060 The NIR Analyzer

Der 2060 *The* NIR Analyzer gehört zur nächsten Generation der Prozess-Spektroskopiegeräte von Metrohm Process Analytics. Mit seinem einzigartigen und bewährten Design liefert er alle *10 Sekunden* genaue Resultate. Er ermöglicht die zerstörungsfreie Analyse von Flüssigkeiten und Feststoffen direkt in der Prozesslinie oder in einem Reaktionsgefäss unter Verwendung von Lichtleitern und Kontaktsonden. Er ist auf den Anschluss von bis zu fünf (5) Sonden und/oder Durchflusszellen ausgelegt. Mithilfe unserer vielseitigen embedded Software können alle fünf Kanäle unabhängig voneinander konfiguriert werden.

Als Teil der 2060-Plattform bietet der 2060 *The* NIR Analyzer ein modulares Konzept und ist in drei weiteren Gerätevarianten erhältlich: 2060 *The* NIR-R Analyzer, 2060 *The* NIR-Ex Analyzer und 2060 *The* NIR-REx Analyzer als Remote- bzw. ATEX-geschützte Version.