

Application Note AN-NIR-132

# Mandelanalyse mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIR)

## Multiparameter-Bestimmung von Feuchtigkeit, Fett und Protein

Mandeln sind nahrhafte, essbare Kerne des Mandelbaums und können ganz verzehrt oder in anderen Lebensmitteln verarbeitet werden. Während der Verarbeitung werden Parameter der Qualitätskontrolle (QC) wie der Feuchtigkeitsgehalt überprüft, um sicherzustellen, dass der richtige Prozentsatz erreicht wird, bevor weitere Schritte unternommen werden (z. B. Mahlen oder Verpacken). Bei der Bestimmung der Mandelqualität sind destruktive Analyseverfahren hilfreich, die jedoch eine umfangreiche Probenvorbereitung und Lösungsmittelextraktion erfordern können. Diese traditionellen Verfahren sind außerdem langsam und teuer. Die zerstörungsfreie Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ist eine hervorragende Alternative, da sie schnell, einfach und kostengünstig ist [1]. In dieser Studie wurden der Feuchtigkeitsgehalt (Wassergehalt), der Proteingehalt und der Fettgehalt von Mandeln mit NIRS gemessen. Die NIR-Spektroskopie ermöglicht die **schnelle und zuverlässige Vorhersage** verschiedener Qualitätsparameter in Sekundenschnelle ohne jegliche Probenvorbereitung.

## EXPERIMENTELLE AUSRÜSTUNG

60 Proben gemahlene Mandeln und 60 Proben ganze Mandeln wurden mit einem Metrohm NIR-Analysator gemessen. Alle Messungen wurden im Reflexionsmodus (1000-2250 nm) unter Verwendung des großen Becherzubehörs durchgeführt. Die Proben wurden in Rotation gemessen, um Spektraldaten aus verschiedenen Bereichen zu sammeln. Die spektrale Mittelwertbildung der Signale von mehreren Spots half, die Inhomogenität der Proben zu verringern. Die Metrohm-Software wurde für die gesamte Datenerfassung und die Entwicklung von Vorhersagemodellen verwendet.

## ERGEBNIS

Die erhaltenen NIR-Spektren von ganzen Mandeln (Abbildung 1) und gemahlenen Mandeln (Abbildung 2) wurden zur Erstellung von Vorhersagemodellen für die Quantifizierung des Protein-, Fett- und Feuchtigkeitsgehalts verwendet. Die Qualität der Vorhersagemodelle wurde anhand von Korrelationsdiagrammen (Abbildungen 3-8) bewertet, die eine sehr hohe Korrelation zwischen der NIR-Vorhersage und den Referenzwerten zeigen. Die jeweiligen Gütezahlen (FOM) zeigen die erwartete Genauigkeit einer Vorhersage bei der Routineanalyse.

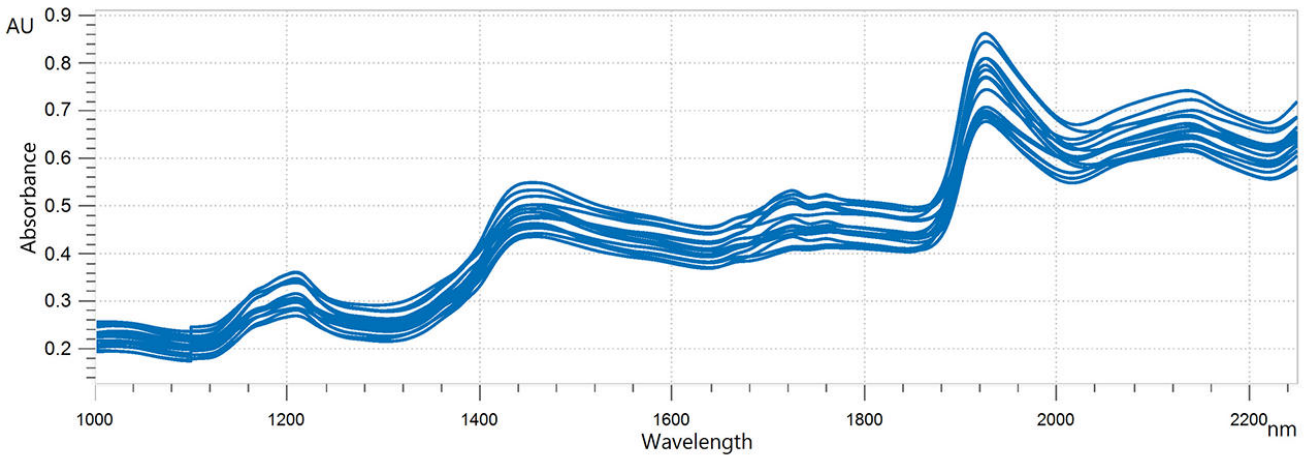



**Abbildung 1.** Überlagerte NIR-Spektren ganzer Mandeln, analysiert mit einem Metrohm NIR Analyzer.

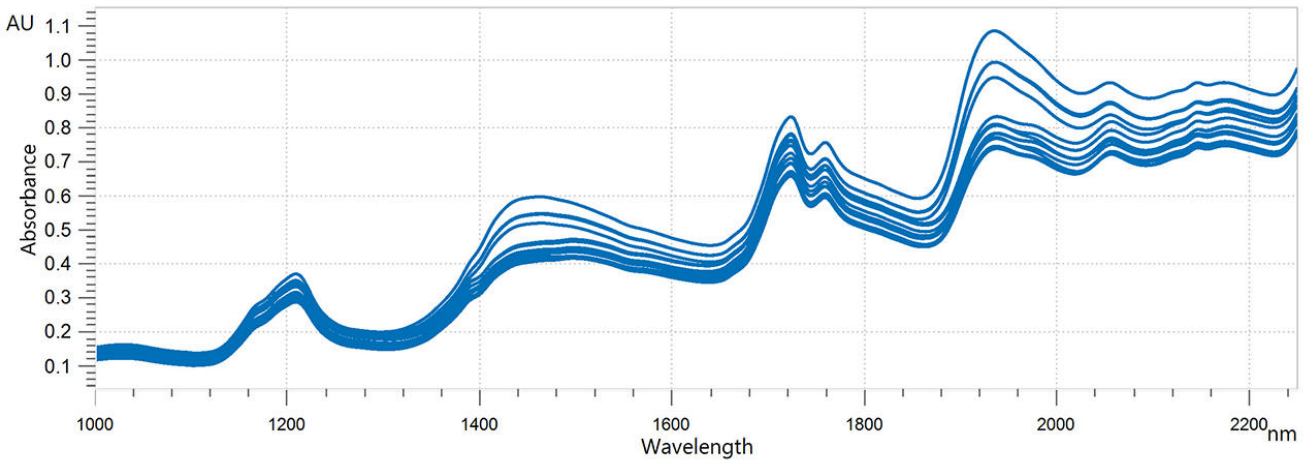



**Abbildung 2.** Überlagerte NIR-Spektren von gemahlenen Mandeln, analysiert mit einem Metrohm NIR Analyzer.

## Ergebnis Proteingehalt in ganzen Mandeln

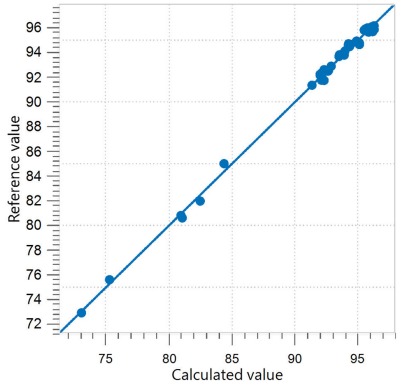



**Abbildung 3.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Proteingehalts in ganzen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.997 | 0.23 | 0.28 |

## Ergebnis Feuchtigkeitsgehalt in ganzen Mandeln

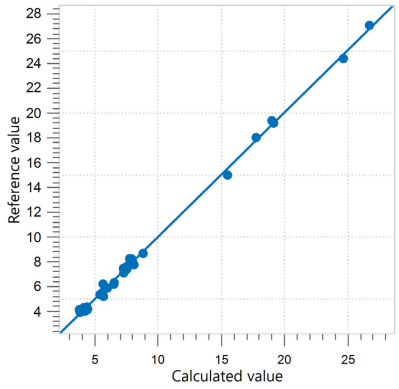



**Abbildung 4.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Feuchtigkeitsgehalts in ganzen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.998 | 0.22 | 0.25 |

## Ergebnis Fettgehalt in ganzen Mandeln

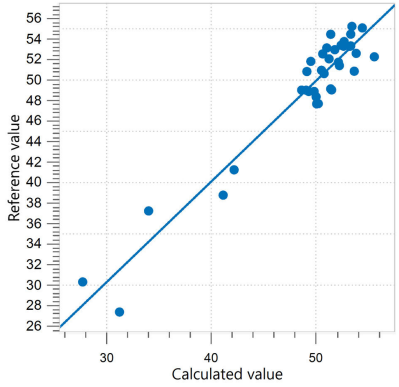



**Abbildung 5.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Fettgehalts in ganzen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.917 | 1.56 | 1.84 |

## Ergebnis Proteingehalt in gemahlenen Mandeln

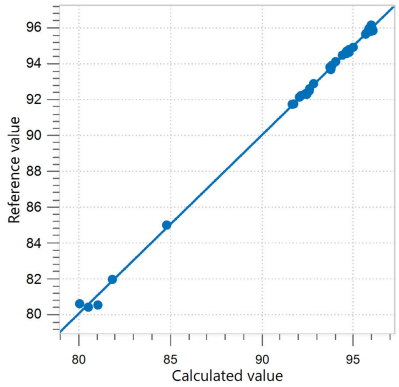



**Abbildung 6.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Proteingehalts in gemahlenen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.999 | 0.10 | 0.14 |

## Ergebnis Feuchtigkeitsgehalt in gemahlenen Mandeln

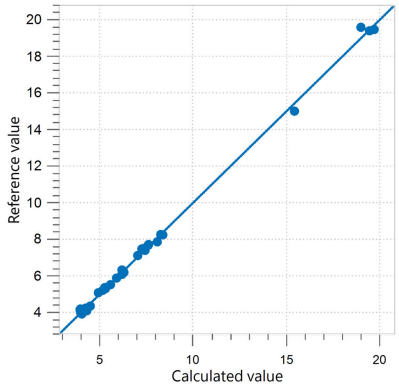



**Abbildung 7.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Feuchtigkeitsgehalts in gemahlenen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.999 | 0.09 | 0.15 |

**Ergebnis Fettgehalt in gemahlenen Mandeln**

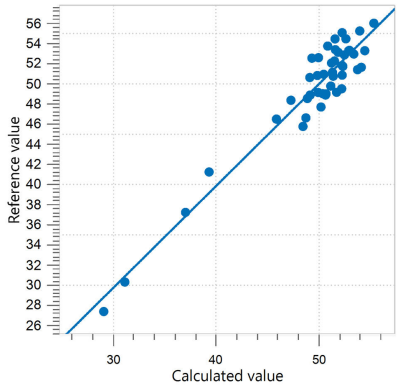



**Abbildung 8.** Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Gütezahlen für die Vorhersage des Fettgehalts in gemahlenen Mandeln.

| $R^2$ | SEC (%) | SECV (%) |
|---|---|---|
| 0.914 | 1.62 | 1.67 |

## FAZIT

Diese Application Note zeigt, dass die Analyse des Eiweißgehalts, des Fettgehalts und des Wassergehalts von Mandeln (oder des Feuchtigkeitsgehalts von Mandeln) mit NIRS durchgeführt werden kann. Die NIR-Spektroskopie bietet den Anwendern eine schnellere, einfachere und hochpräzise Alternative zu den Standardanalysemethoden für die Analyse von gemahlenen und ganzen Mandeln während der Verarbeitung und der Qualitätskontrolle des Endprodukts (Tabelle 1). Durch den Einsatz von NIRS können alle diese Parameter gleichzeitig und ohne Probenvorbereitung gemessen werden, was Zeit und Geld spart.

**Tabelle 1.** Übersicht über Standardmethoden zur Bestimmung von Referenzwerten in Mandeln.

| Parameter | Norm | Methode |
|---|---|---|
| Rohes Eiweiß | AOAC 950.48 | Kjeldahl-Verdauung |
| Feuchtigkeit | AOAC 925.40 | Verlust beim Trocknen |
| Fett | AOAC 948.22 | Soxhlet-Extraktion |

## REFERENZ


1. Duduzile Buthelezi, N. M.; Tesfay, S. Z.; Ncama, K.; et al. Destructive and Non-Destructive Techniques Used for Quality Evaluation of Nuts: A Review. *Scientia Horticulturae* 2019, *247*, 138–146. DOI:10.1016/j.scienta.2018.12.008


## CONTACT


Metrohm Inula
Shuttleworthstraße 25
1210 Wien

office@metrohm.at