

Application Note AN-NIR-127

Futtermittelanalyse mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)

Einfache, schnelle Multiparameter-Bestimmung von Futtermitteln

Die Viehzucht ist ein komplexer Prozess, der viele unabhängige und integrierte Vorgänge umfasst. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bilden die Verfügbarkeit von Futtermitteln und eine effiziente Fütterung die Grundlage für eine erfolgreiche Viehzucht. Die Qualitätskontrolle (QC) von Futtermitteln und Futtermittelbestandteilen ist von entscheidender Bedeutung, um die Herstellung von sicherem und nährstoffreichem Tierfutter zu gewährleisten. Typische QC-Parameter, die bei der Herstellung von Futtermitteln gemessen werden, sind Fett, Feuchtigkeit, Protein, Fasern, Asche und Stärke. Die Analyse dieser Parameter erfolgt jedoch in der Regel mit Hilfe der Nasschemie und erfordert verschiedene zeitaufwändige Verfahren, komplexe Analysemethoden und teure chemische Reagenzien. Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ermöglicht eine schnelle und **zuverlässige Vorhersage** des Fett-, Feuchtigkeits-, Protein-, Faser-, Asche- und Stärkegehalts verschiedener Futtermittel in wenigen Sekunden ohne jegliche Probenvorbereitung.

EXPERIMENTELLE AUSRÜSTUNG

Rund 500 Futtermittelproben (z.B. von Geflügel, Schweinen, Rindern, Ziegen und Schafen) wurden mit einem Metrohm NIR-Analysator untersucht. Alle Messungen wurden im Reflexionsmodus unter Verwendung des großen Bechers durchgeführt. Die Proben wurden in Rotation gemessen, um Spektraldaten von mehreren Bereichen zu sammeln.

Die spektrale Mittelwertbildung der Signale von verschiedenen Stellen half, die Einflüsse der Probeninhomogenität zu reduzieren. Für die gesamte Datenerfassung und die Entwicklung von Vorhersagemodellen wurde die Metrohm-Software verwendet.

ERGEBNISSE

Alle gemessenen NIR-Spektren wurden zur Erstellung von Prognosemodellen für die Quantifizierung der wichtigsten Qualitätsparameter für Futtermittel verwendet.

Zusätzlich wurden Prognosemodelle für Feuchtigkeit, Stärke, Faser, Protein, Fett und Asche für einzelne Futtermittel erstellt, z. B. für Rinder-, Geflügel- und Schweinefutter.

Die Qualität der Vorhersagemodelle wurde anhand von Korrelationsdiagrammen (Abbildungen 2-7) bewertet, die eine sehr hohe Korrelation zwischen der NIR-Vorhersage und den Referenzwerten zeigen. Die jeweiligen Leistungszahlen (FOM) zeigen die erwartete Genauigkeit einer Vorhersage bei der Routineanalyse von NIR-Futtermitteltests (Tabelle 1 Geflügelfutter, Tabelle 2 Schweinefutter und Tabelle 3 Rinderfutter).

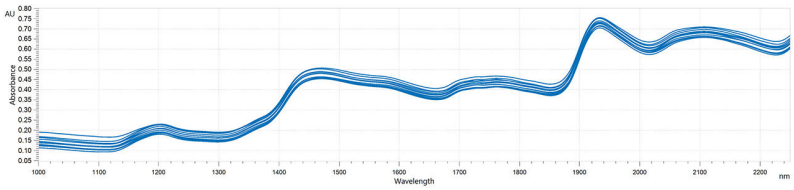


Abbildung 1. NIR-Spektren verschiedener Tierfutterproben, analysiert mit einem Metrohm NIR Analyzer

Ergebnis Fettgehalt

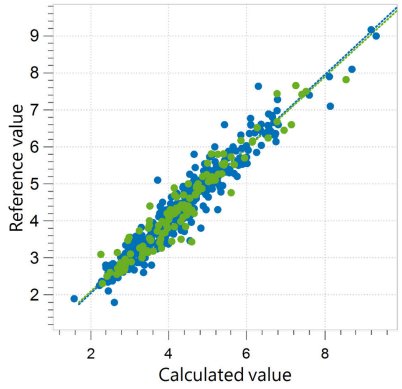


Abbildung 2. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage von Fett (roh) in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.923	0.30	0.33	0.34

Ergebnis Stärkegehalt

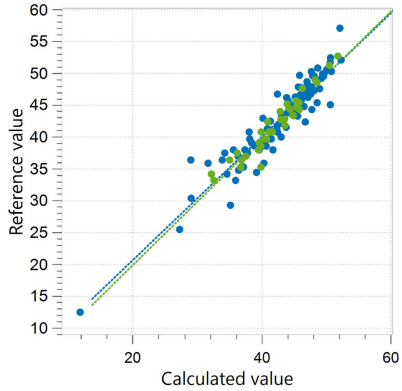


Abbildung 3. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage von Stärke in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.927	1.80	2.06	1.27

Ergebnis Proteingehalt

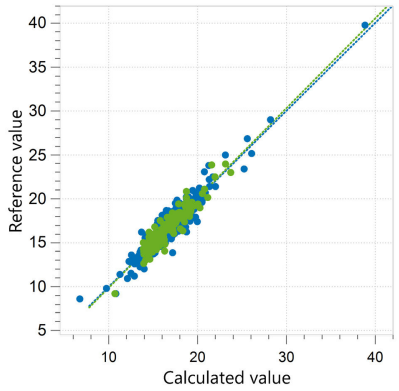


Abbildung 4. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage von Eiweiß in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.873	0.81	0.86	0.80

Ergebnis Feuchtigkeitsgehalt

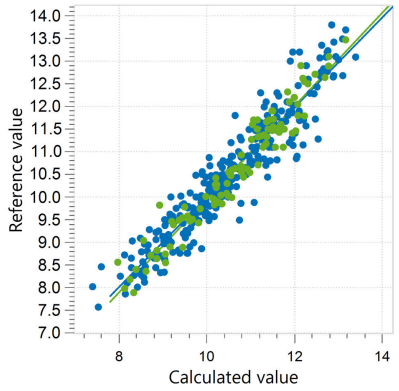


Abbildung 5. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage der Feuchtigkeit in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.938	0.41	0.42	0.31

Ergebnis Fasergehalt

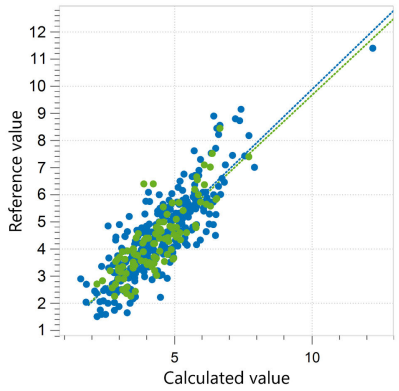


Abbildung 6. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage von Rohfasern in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.650	0.77	0.80	0.70

Ergebnis Aschegehalt

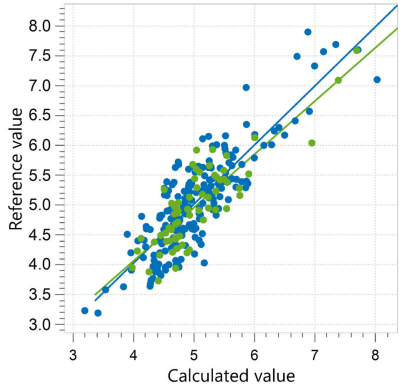


Abbildung 7. Korrelationsdiagramm und die entsprechenden Leistungszahlen für die Vorhersage von Asche in Futtermitteln.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.720	0.39	0.43	0.39

Gütezahlen / Figures of merit

In den folgenden Tabellen sind die Gütezahlen für die Prognosemodelle für bestimmte Futtermittel aufgeführt: Geflügelfutter (Tabelle 1), Schweinefutter (Tabelle 2) und Rinderfutter (Tabelle 3).

Tabelle 1. Gütezahlen für die Vorhersage von Ballaststoffen, Asche, Stärke, Feuchtigkeit, Eiweiß und Fett in Geflügelfutter

Parameter (Bandbreite)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Fasern (2.4–5.2%)	182	0.15	0.15	0.18	0.917
Asche (3.9–5.9%)	159	0.18	0.19	0.17	0.790
Stärke (41.7–48.2%)	158	0.66	0.75	0.79	0.667
Feuchtigkeit (11.0–13.2%)	171	0.09	0.09	0.10	0.943
Protein (13.9–20.7%)	204	0.40	0.44	0.41	0.927
Fett (2.7–6.0%)	207	0.17	0.17	0.16	0.968

Tabelle 2. Gütezahlen für die Vorhersage von Ballaststoffen, Asche, Stärke, Feuchtigkeit, Eiweiß und Fett in Schweinefutter.

Parameter (Bandbreite)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Fasern (2.7–7.9%)	88	0.27	0.28	0.29	0.954
Asche (4.3–5.2%)	115	0.14	0.14	0.15	0.816
Stärke (38.4–48.1%)	96	0.76	0.86	0.92	0.922
Feuchtigkeit (10.7–13.2%)	106	0.08	0.08	0.11	0.961
Protein (14.9–17.6%)	108	0.25	0.29	0.27	0.765
Fett (2.4–6.0%)	121	0.10	0.12	0.13	0.986

Tabelle 3. Kennzahlen für die Vorhersage von Ballaststoffen, Asche, Stärke, Feuchtigkeit, Eiweiß und Fett in Rinderfutter.

Parameter (Bandbreite)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R^2
Rohfaser (3.3–10.8%)	319	0.34	0.44	0.57	0.876
Asche (4.0–9.8%)	253	0.53	0.54	0.55	0.859
Stärke (13.5–59.9%)	337	1.01	1.09	1.28	0.973
Feuchtigkeit (10.4–13.0%)	329	0.12	0.12	0.13	0.915
Protein (9.9–33.7%)	336	0.53	0.55	0.56	0.988
Fett (2.5–6.5%)	331	0.21	0.21	0.24	0.908

FAZIT

Diese Application Note zeigt, dass es möglich ist, mehrere wichtige Qualitätsparameter von Futtermitteln mit der NIRS-Analyse zu bestimmen. Zur Messung von Stärke, Asche, Ballaststoffen, Protein, Feuchtigkeit und Fett in Futtermitteln sind in der Regel mehrere Analysemethoden erforderlich (Tabelle 4). Die NIR-Futtermittelanalyse bietet eine einfachere Alternative mit hoher Genauigkeit und Ergebnissen in Echtzeit.

Tabelle 4. Überblick über die ISO-Normen, die zur Bestimmung der Referenzwerte für die verschiedenen Qualitätsparameter in den Futtermittelproben verwendet werden.

Parameter	Methode
Stärke	ISO 6493:2000 Futtermittel - Bestimmung des Stärkegehalts - Polarimetrisches Verfahren
Rohe Asche	ISO 5984:2002 Futtermittel - Bestimmung der Rohasche
Rohfaser	ISO 6865:2000 Futtermittel - Bestimmung des Rohfasergehalts - Verfahren mit Zwischenfiltration
Rohes Eiweiß	ISO 5983:1997 Futtermittel - Bestimmung des Stickstoffgehalts und Berechnung des Rohproteingehalts - Kjeldahl-Verfahren
Feuchtigkeit	ISO 6496:1999 Futtermittel - Bestimmung des Gehalts an Feuchtigkeit und anderen flüchtigen Bestandteilen
Fett	ISO 6492:1999 Futtermittel - Bestimmung des Fettgehalts

CONTACT

Metrohm Inula
Shuttleworthstraße 25
1210 Wien

office@metrohm.at