

# Vergleich von zwei Farbmesssystemen anhand von Mehl-, Milchpulver- und Fleischproben

Eine immer wieder aufkommende Frage ist, ob zwei Messgeräte, die mit identischer oder mit unterschiedlicher Methodik Lebensmittelproben analysieren, auch «vergleichbare» Resultate liefern. Im Labor von Agroscope hatte man kürzlich die Möglichkeit, mehrere Mehl-, Milchpulver- und Fleischproben aus dem Handel zeitgleich mit zwei sehr unterschiedlichen Messgeräten auf ihre Farbe zu untersuchen.

Die Bedeutung der Farbe eines Lebensmittels ist so selbstverständlich, dass man leicht übersieht, welche Rolle sie in unserem Alltag spielt: So beeinflusst sie zum Beispiel unseren Geschmackssinn und unser Einkaufsverhalten.

Aber gibt es Wege und Mittel eine Farbe exakt zu beschreiben?

Farben kommen in einer ungeheuren Vielfalt vor. Zudem gibt es für die Bestimmung der Farbe keine (einfache) physikalische Messgrösse wie für die Länge [m] oder die Masse [kg] und der Farbeindruck wird von diversen Faktoren beeinflusst:

1. Art der Lichtquelle
2. Objekthintergrund
3. Objektgrösse
4. Betrachtungswinkel
5. Individuellen Farbempfinden

Jede Farbe setzt sich aus drei Attributen zusammen: Farbton, Helligkeit und Farbsättigung. In der Vergangenheit wurden mehrere Methoden vorgeschlagen, um Farben zu analysieren. Durchgesetzt hat sich ein standardisiertes Farbmess-System (CIE-L\*a\*b\*, 1976), das die Kennzeichnung der Farbe eines Objektes anhand von Zahlenwerten erlaubt. Weitere Farbmesssysteme, die ebenfalls verwendet werden, sind zum Beispiel

das L\*C\*h-, das L\*u\*v-, das Hunter-Lab- oder das Munsell-Farbmesssystem. Das L\*a\*b\*-Farbssystem (auch CIE-L\*a\*b\*-System genannt, 1976) ist heute allerdings eines der gebräuchlichsten Farbmess-Systeme (Abbildung unten). Die drei Zahlenwerte bestehen aus einem L\*-Wert für die Helligkeit bzw. für den Weiss-/Schwarz-Anteil, einem a\*-Wert für den Rot-/Grün-Anteil und einem b\*-Wert für den Gelb-/Blau-Anteil. Die Normierung basiert im Wesentlichen auf den folgenden Prinzipien:

- der Normlichtart D65
- der Messgeometrie
- dem Normalbeobachter
- dem Ein- oder Ausschluss von Oberflächenglanz

Die Bedeutung der Farbmessung von Lebensmitteln ist sehr vielfältig [1, 2]. Die

Farbe ist unter anderem von folgenden Faktoren abhängig:

- Zusammensetzung des Lebensmittels (Protein, Kohlenhydrat, Wasser, Fett, Chromophore usw.)
- Regionalen/Geographischen Einfluss
- Technologischen Behandlung (Herstellung, Konservierung, Hitze, Mechanik, chemische Vorgänge usw.)
- Reifungs-, Transport-, Lagerungsbedingungen (Temperatur, Beleuchtung, Oxidation, Keimwachstum, usw.)
- Verpackung

Weitere wichtige Punkte für die Farbmessung von Lebensmitteln sind zum Beispiel noch die Probenbeschaffenheit (Pulver, Granulat, Transparenz der Proben und die Oberflächenstruktur) sowie die Temperatur der Proben. Zusätzlich sollte man vor einer Farbanalyse wissen, vor allem bei weissen Farben, ob optische Aufheller (wie zum Beispiel in Waschmitteln) vorhanden sind.

Eine optimale Warenpräsentation wird von jedem Verkäufer angestrebt («der Kunde isst zuerst mit den Augen»), weshalb der Farbe bzw. der Farbmessung eine hohe Bedeutung zukommt.

Das Ziel der folgenden Arbeit war es, drei verschiedene, zufällig aus dem Handel gewählte Lebensmittel (Mehl, Milchpulver, Fleischware) mit zwei unterschiedlichen Farbmessgeräten unter gleichen Bedingungen, zur gleichen Zeit am selben Ort auf ihre Farbe zu untersuchen.

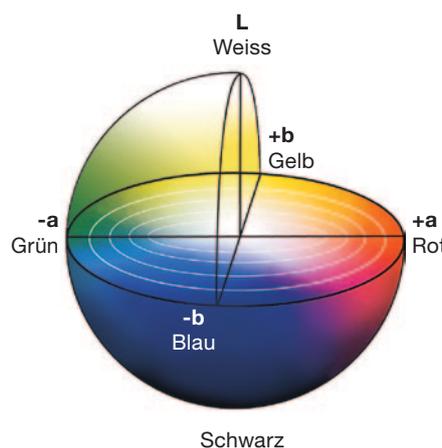


Abbildung 1: 3-Dimensionale Darstellung des CIE-L\*a\*b\*-Farbsystems, entwickelt von CIE im Jahre 1976. (Bild: zVg)

## Material und Methode

Bei Lebensmitteln mit einer glänzenden Oberfläche ist der «gerichtete» Anteil der Reflexion relativ hoch, der diffuse Anteil dafür aber geringer.

Mit einigen Farbmessgeräten ist es möglich, die gerichtete Reflexion bei der Farbmessung mit der sogenannten Glanzfalle entweder ein- oder auszuschliessen.

### Farbmessgerät 1:

Beim ersten eingesetzten Farbmessgerät handelt es sich um ein Referenzgerät, das «absolute» Farbwerte nach CIEL (Commission internationale de l'éclairage)  $*a*b*$  liefert. Das Spektralphotometer der Firma Konica-Minolta (CM-3500d) ist ein «High-End»-Tischgerät mit der Möglichkeit, Messungen von Lebensmitteln in Reflexion und Transmission (transparente Proben, wie zum Beispiel flüssiger Honig) vorzunehmen.

Die Messung von Proben im Modus *Reflection* erfolgt mit einer Geometrie  $d/8^\circ$  mit den zwei Messöffnungen von 8 mm (für kleine oder homogene Proben) oder von 30 mm (ISO 7724/1). Dabei kann der Glanz einer Probe ein- oder ausgeschaltet werden. Intransparente Flüssigkeiten, Pasten oder Pulver können mittels einer Petrischale in Reflexion gemessen werden (grosse Messöffnung von 30 mm).

Das Messsystem funktioniert mit einer integrierenden Sphäre (Ulbrichtschen Kugel), die im Inneren mit weissem, hochreinem Bariumsulfat beschichtet ist. Das für die Farbanalyse notwendige Licht wird von einer Xenonblitzlichtlampe im Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm erzeugt.

### Farbmessgerät 2:

Beim zweiten eingesetzten Farbmessgerät handelt es sich um ein NIR-VIS-Gerät (Proximate der Firma Büchi), welches Messungen von NIR-Spektren mit solchen im sichtbaren Bereich kombiniert. Dadurch ist es zum Beispiel möglich, Messungen des Protein- oder Feuchtegehaltes auf Basis des NIR-Spektrums mit der Farbmessung zu kombinieren, die auf einem chemometrischen Modell basiert.

Bei NIR-Messgeräten für Feststoffe ist es üblich, nur den diffus reflektierten Teil des Lichts zu berücksichtigen, da das spekulargestreute Licht wenig brauchbare Infor-

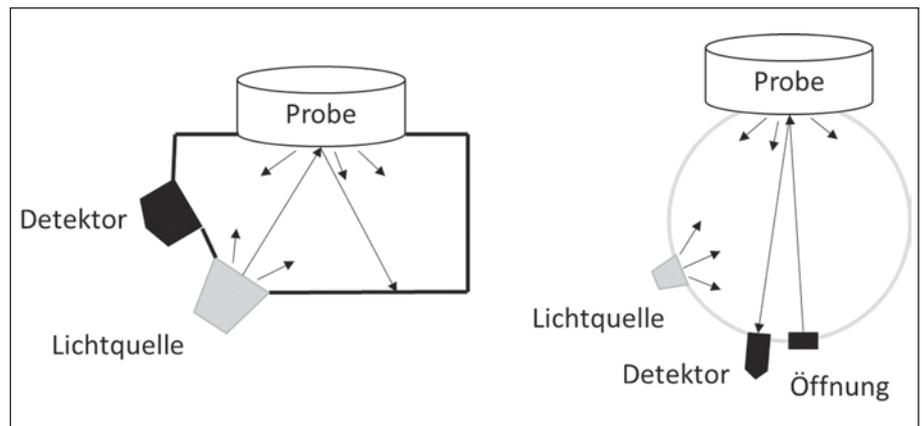


Abbildung 2: Links: Schematische Darstellung des Farbmessgerätes 2 (Proximate). Rechts: Schematische Darstellung eines universellen Farbmessgeräts, wie z.B. das Spektralphotometer CM-3500d. (Bild: Agroscope)

mation zur Gehaltsanalyse beiträgt (Abbildung 2, links) zeigt schematisch die entsprechende Konstruktion, die im Proximate umgesetzt ist. Lichtquelle und Detektor sind so angeordnet, dass spekulargestreutes Licht nicht direkt in den Detektor fällt. Zudem sind die Innenflächen mit einer stark absorbierenden Beschichtung versehen, um Streulicht maximal zu reduzieren.

Im Gegensatz zum NIR-VIS-Gerät verwenden klassische Farb-Messgeräte (Abbildung 2, rechts) häufig eine sogenannte integrierende Sphäre, welche innen mit einem stark diffus reflektierenden Material beschichtet ist.

Das Licht von der Lichtquelle wird jeweils mehrfach gestreut, bevor es zunächst die Probe und dann den Detektor erreicht. Damit werden alle möglichen Lichtpfade gleichermassen gemessen. Eine Öffnung, welche sich öffnen oder schliessen lässt, ist so positioniert, dass sie den spekulargestreuten Anteil von der Probe auf den Detektor treffenden Anteil entweder ein- oder ausschliesst. Die hier gezeigten Proben wurden mit spekularem Anteil vermessen, wie es im Lebensmittelbereich gängige Praxis ist. Dies entspricht dem Farbeindruck mit Glanz. Diese Option ist nur für das Farbmessgerät 1 möglich.

### Kalibration der Farbmessgeräte

Das Minolta-Farbmessgerät (Farbmessgerät 1) wurde mit Weiss- und Schwarzstandards kalibriert. Der Proximate (Farbmessgerät 2) wurde nach Herstelleranweisungen nur mit einem Weissstandard kalibriert, da hier das Spektrum

bei ausgeschalteter Lampe als Dunkelreferenz verwendet wird. Anschliessend wurden Standardsätze von Hunter (sieben Hunter Farb-Kacheln, glänzend) und von Labsphere (zwölf Standards, matt) sowie Mehl (20 Proben), Fleisch (zehn Proben) und Milchpulver (sieben Proben) vermessen.

Die Standards wurden mit den jeweiligen Platzierungshilfen verwendet, die Lebensmittelproben wurden in einer Petrischale untersucht. Dabei wurden Mehlproben und Milchpulver bei Raumtemperatur (21 °C) und die Fleischproben (Hackfleisch, Hamburger, Rohfleisch) bei Kühlschranktemperatur (4-5 °C) analysiert.

### Resultate und Diskussion

Vergleich der Labsphere-Standards und der Hunter-Kacheln:

Die Abbildung 3 auf der folgenden Seite zeigt die Korrelation der Ergebnisse vom Minolta-Gerät CM-3500d (Gerät 1) und dem Proximate (Gerät 2) für die glänzenden Kacheln (linke Seite) und die matten Standards (rechte Seite).

Während die Ergebnisse für alle Standards hohe Korrelationen aufweisen, zeigt sich, dass die Ergebnisse für matte Standards generell näher beieinander liegen. Dies entspricht der Erwartung insofern, dass das eine Gerät (Farbmessgerät 1) den Farbeindruck mit Glanz misst und das andere ohne (Farbmessgerät 2).

Daher ist naheliegend, dass Proben ohne Glanz ähnliche Ergebnisse liefern, und solche mit Glanz voneinander eher abweichen.

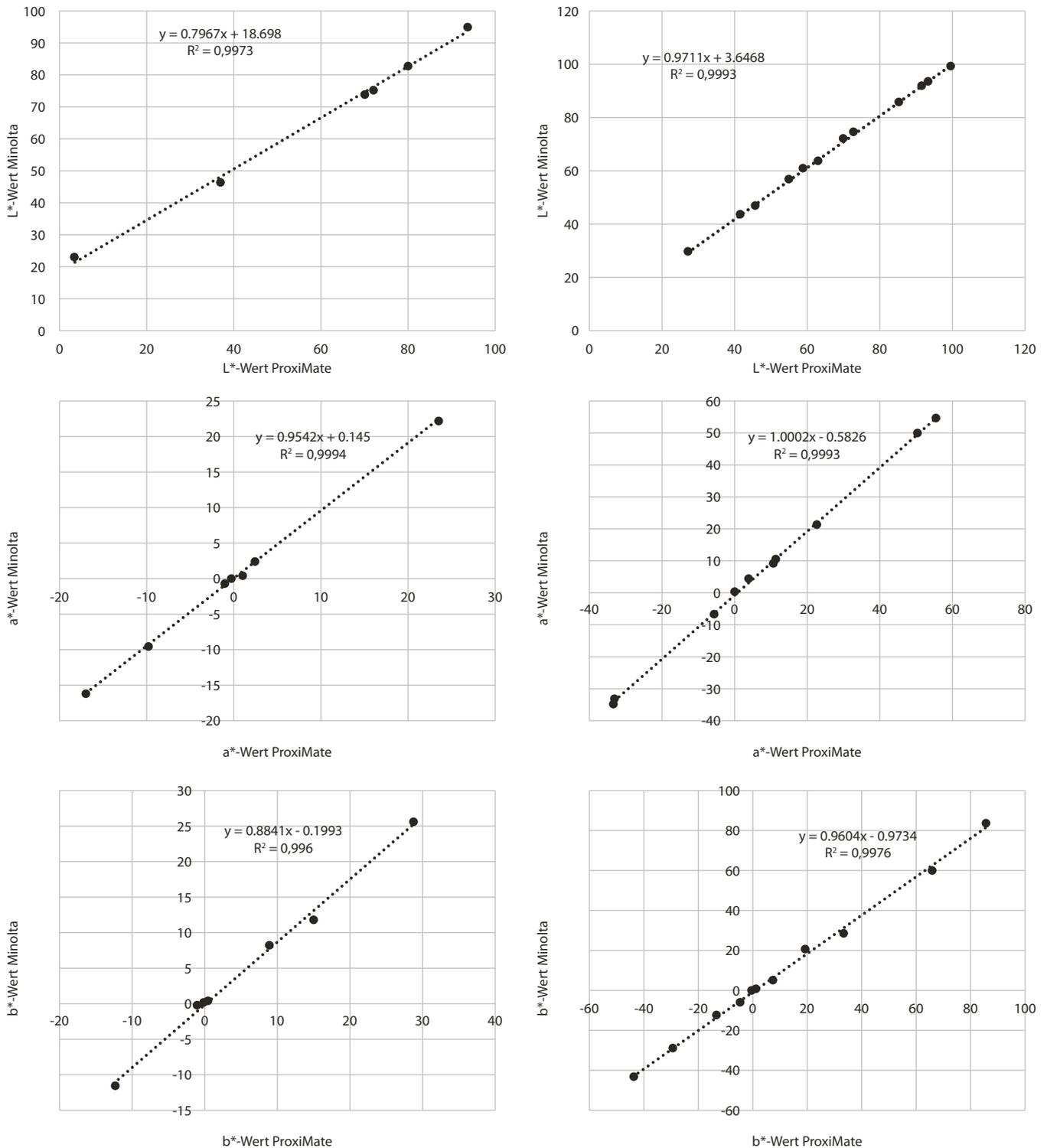


Abbildung 3: Hunter-Kacheln versus LabSphere-Standards. Linke Spalte: Vergleich der sieben Hunter-Kacheln mit glänzender Oberfläche. Rechte Spalte: Vergleich der zwölf LabSphere-Standards mit matter Oberfläche. (Bild: Agroscope)

### Vergleich der Proben:

Abbildung 4 (auf Seite 17) zeigt die Ergebnisse für L\*, a\*- und b\*-Werte mit den drei Typen von Lebensmittelproben und zudem die Korrelationsgeraden, die von den Hunter-Kacheln (gepunktet) und den LabSphere-

Standards (gestrichelt) erhalten wurden. Für die L\*-Werte liegen die Ergebnisse der matten Mehl- und Milchpulverproben nahe an der Regressionsgerade für die LabSphere-Standards, diejenigen von Fleisch näher an der Gerade der Hunter-Kacheln. Dies bestä-

tigt, dass Abweichungen auf unterschiedlichem Einbezug des Glanzes beruhen.

### Zusammenfassung:

Ein Vergleich von zwei sehr unterschiedlich konstruierten Farbmessgeräten anhand von

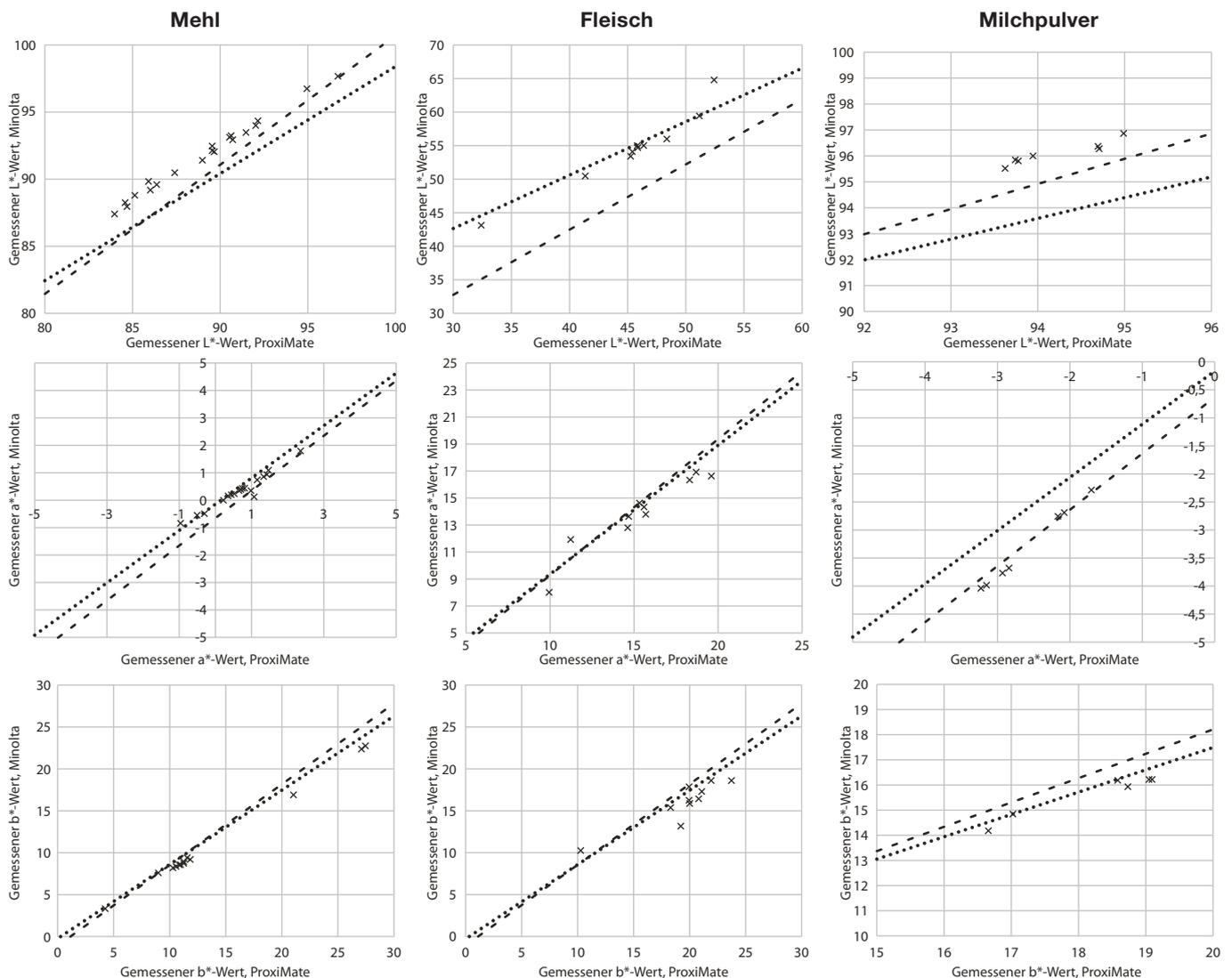


Abbildung 4: Der Vergleich der verschiedenen Lebensmittelproben Mehl, Fleisch und Milchpulver. Die beiden Korrelationsgeraden, die von den Hunter-Kacheln und den Labsphere-Standards stammen, sind gepunktet bzw. gestrichelt eingezeichnet. (Bild: Agroscope)

Standard-Kacheln (glänzend und matt) und realen Lebensmittelproben (Mehl, Milchpulver, Fleisch) aus dem Handel hat eine erstaunlich gute Übereinstimmung gezeigt. Absolute Farbmesswerte sind jedoch nur mit einem Spektralphotometer mit einer Ulbrichtschen Kugel zugänglich (Farbmessgerät 1). Hingegen können Lebensmittel zum Beispiel bei der Wareneingangs-/Ausgangskontrolle oder während der Lagerung usw. durchaus auch mit einem NIR-VIS-Gerät (Farbmessgerät 2) auf Farbabweichungen untersucht werden.

Allerdings gilt in diesem Fall die Einschränkung, dass die Abweichungen zu absoluten Farbmesswerten für glänzende Lebensmittelproben (zum Beispiel Fleisch) deutlich grösser sind, da der Glanzanteil

mit einem NIR-VIS-Farbmessgerät nicht gemessen werden kann. ■

**Autoren:**

D. Guggisberg, Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln (MSL), Physikalische Analytik, Agroscope-Liebefeld, 3003 Bern  
 U. Hartfelder & S. Walt, BÜCHI Labortechnik AG, 9230 Flawil

**Referenzen:**

- [1] Chatelain, Y., Aloui, J., Guggisberg, D., Bosset, J. O. (2003). La couleur du lait et des produits laitiers et sa mesure - un article de synthèse (1972-2002). *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*. 94: 461-488.
- [2] Chatelain, Y., Guggisberg, D., Dufey, P. A., Vergères, G., Hadorn, R. (2007). *Farbmessung an Fleisch und Fleischerzeugnissen*. ALP Science 507.