

## Schnelle und präzise Feuchte- & Feststoff-Bestimmung im Mikrowellen-Trockner Smart Turbo

Ulf Sengutta

CEM GmbH

In praktisch allen Produktionsprozessen der Lebensmittelindustrie ist der Feuchte- bzw. Feststoffgehalt des Eingangs-, Zwischen- und Endprodukts ein wesentliches Qualitätsmerkmal und ein bedeutender Kostenfaktor. Es gilt also, den Feststoffgehalt bzw. die Materialfeuchte möglichst genau und gleichmäßig auf dem optimalen Wert zu halten, der oft als "goldene Mitte" zwischen Produkteigenschaften und Produktkosten vom Betrieb ermittelt wurde oder durch übergeordnete Bestimmungen und Normen festgelegt ist.

Dieses stellt an die begleitende und überwachende Analytik spezielle Anforderungen, wie z. B. hinsichtlich der Schnelligkeit, der Einbindung in Informationssysteme, Verlagerung der Messung vom analytischen Labor hin zum Produktionsort, robuste Apparaturen ("Handschuhtauglichkeit") sowie einfache Handhabung durch teilweise nur angeleitetes Personal. Je nach Branche und Verfahrensablauf eröffnet der Einsatz eines Schnellanalysen-Systems eine Reihe von Einsparungsmöglichkeiten im Rahmen der Feuchte- und Feststoffmessung:

- Bessere und gleichmäßigere Qualität der Zwischenprodukte und Endprodukte durch exakte Messung und Regelung des "Stoffhaushalts" in engen Toleranzen
- Verkürzung des Prozesses durch kürzere Wartezeiten und somit die Verkürzung von Kesselbelegungszeiten
- Schutz vor Ausschuss durch schnelle Kontrollen = Erhöhung der Produkt-Produktion
- Verbesserung der Energiebilanz durch schnelle und genaue Steuerung des Verfahrens

Das zu wählende Messverfahren muss für diese Anforderungen in einem weiten Bereich an Feuchte/Feststoff von 0,1 % bis zu 99,99 % präzise und schnell (in wenigen Minuten) einsetzbar sein. Zudem sollen geringfügige Änderungen der Produktsammensetzung keine negativen Auswirkungen auf das Messergebnis haben. Ferner

muss sich das Messgerät von jedermann, auch Mitarbeitern außerhalb des Labors, einfach und in wenigen Arbeitsminuten pro Messung bedienen lassen. Deshalb werden direkte Messverfahren wie z. B. die Trockenschrankmethode, IR-Trocknung oder Mikrowellen-Trocknung häufig eingesetzt. Problematisch ist die Zeitintensität der klassischen Analyse mit dem Trockenschrank nach DIN. Da das Ergebnis häufig erst Stunden später nach Analysenbeginn vorliegt und somit ein schnelles Eingreifen in die laufende Produktion verhindert. IR-Trockner benötigen deutlich länger als Mikrowellentrockner für eine Bestimmung. Über den gesamten Messbereich von wässrigen, pastösen und festen Proben mit unterschiedlichsten Feuchte- und Feststoffanteilen gewährleistet der neue Mikrowellen-Schnelltrockner SMART Turbo von CEM eine deutliche Analysenzeitverkürzung bei hoher Präzision der Messwerte und stellt somit eine Alternative zur etablierten konventionellen Technik dar (Abb. 1).



Abb.1: Smart Turbo in Action

### Mikrowellen-Feuchte- und Feststoff-Bestimmung

Die schnellste direkte Meßmethode ist die Mikrowellen-Trocknung. Im Gegensatz zur konvektiven Erwärmung (z. B. Trockenschrank), bei der Wärmeenergie dem Probengut von außen durch Konvektion, Strahlung oder Leitung zugeführt und dann über dessen Wärmeleitfähigkeit innerhalb des Probengutes verteilt wird, entsteht die Wärme beim dielektrischen Erwärmen mittels Mikrowelle im Gutinneren selbst. Nahezu alle

festen, pastösen und flüssigen Produkte lassen sich mittels Mikrowellenstrahlung genauestens erwärmen. Bei der Mikrowellentrocknung werden die Wassermoleküle der Probe (Käse, Quark, Eiscreme und ähnliches) einem fokussierten Mikrowellenfeld ausgesetzt, was wiederum zur schnellen Wärmeentwicklung im Inneren der Probe führt.



Abb.2: Probenträger für das Smart Turbo

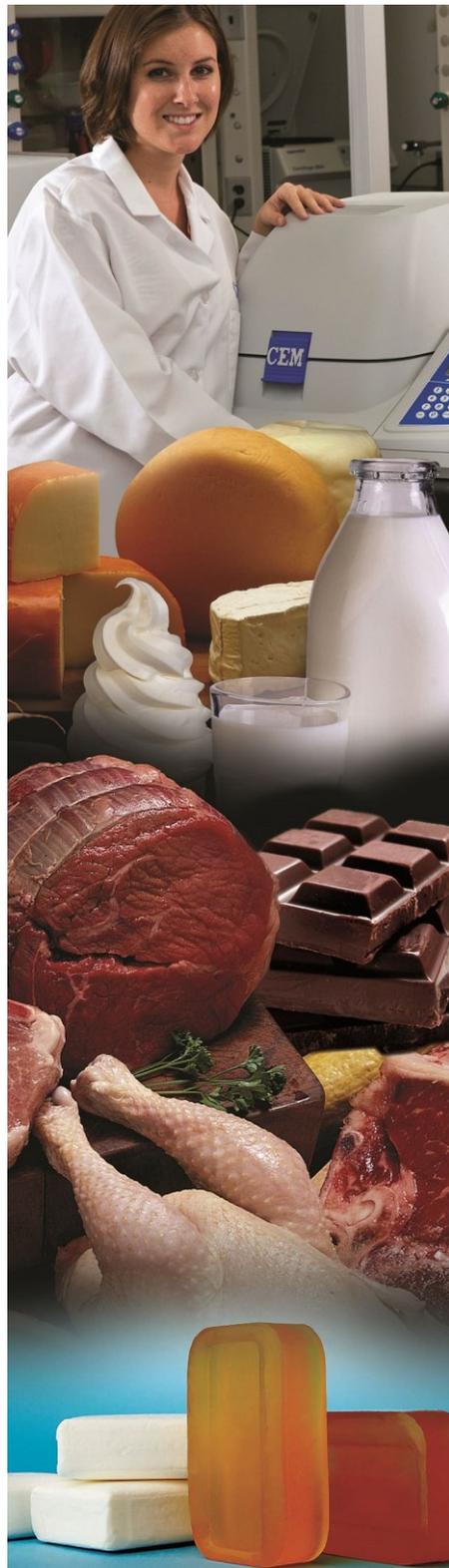
Wie bereits beschrieben, ist das fokussierte Mikrowellenfeld für eine gleichmäßig präzise Aufwärmung des Probengutes von entscheidender Bedeutung. Ungleichmäßige Erwärmung der Probe kann zur Folge haben, daß lokale Überhitzungen auftreten, die zur Verbrennungen bzw. Zersetzungen der Probe führen. So wurde für eine exakte Feuchtebestimmung das Mikrowellen-Analysensystem Smart Turbo entwickelt, welches das Mikrowellenfeld gleichmäßig ausbildet und fein zu regeln vermag. Bei Haushalts-Mikrowellengeräten ist die Feldverteilung im Probenraum sehr inhomogen, außerdem lässt sich die Leistung nicht exakt regeln - es kommt leicht zur Überhitzung/Verbrennung der Probe,



Abb.3: Probe aufgeben

während sie an anderer Stelle noch feucht ist. Im Falle solcher Verbrennungen der Probe sind natürlich falsche Messergebnisse zu erwarten. Mit der patentierten Technik des Smart Turbo wird ein Überhitzen und Zersetzen der Probe verhindert.

Im Smart Turbo wird das Probengut auf ein spezielles Probenträgermaterial (Glasfaserträger) gegeben und auf die im Mikrowellengerät eingebaute Waage gelegt (Abb. 2 und Abb. 3).



Der Trocknungsverlauf ist direkt an die Erwärmung des Probengutes gekoppelt, so dass hier die Gefahr einer Zersetzung der Probe minimiert ist. Ein Temperatursensor regelt die Mikrowellenstrahlung und verhindert ein Zersetzen der Probe. Damit kann das Smart Turbo auch für sensible Proben eingesetzt werden. Um die gleiche Genauigkeit zu ermöglichen, die nach den DIN-Methoden mit Trockenschrank und Analysenwaage erreichbar ist, wurde das Smart Turbo mit einer eingebauten Waage mit einer Auflösung von 0,0001 g ausgestattet. Diese eingebaute Analysenwaage nimmt ständig das Probengewicht auf und sorgt während des Trocknungsvorganges für die Abschaltung bei Gewichtskonstanz nach wenigen Minuten Messdauer. Der entstandene Wasserdampf wird über ein Ventilationssystem schnell aus dem Probenraum transportiert. Zu den Anforderungen einer kurzen Messzeit und einer hohen Präzision kommt in der Praxis zudem die Frage der Vergleichbarkeit mit der "Standardmethode Trockenschrank" zum tragen. Hier zeigen Untersuchungen, dass mit dem CEM-Mikrowellentrockner vergleichbare Ergebnisse mit höherer Präzision erzielt werden. Eine drastische Reduzierung der Fehlermöglichkeiten und somit eine Steigerung der Präzision erfolgt durch den hohen Automatisierungsgrad im Smart Turbo: Der Anwender gibt die Probe auf die Probenträger und startet den Trocknungsvorgang. Der Mikrowellentrockner wiegt die Probe, trocknet und wiegt permanent während der Trocknung zurück, um den Endpunkt zu ermitteln, anschließend wird das Ergebnis berechnet und über den integrierten Bildschirm sowie Drucker und über die Schnittstelle an den PC ausgegeben.

#### Praktischer Einsatz

Die Einsatzgebiete sind vielfältig - in nahezu allen Industriebranchen ergeben sich für den Mikrowellentrockner drastische Zeitersparnisse und somit die Möglichkeit zur Kostensenkung.

Der enorme Zeitvorteil bei der Trocknung hat praktische Auswirkungen auf die Produktion. Das Smart Turbo wird direkt am Produktionsort aufgestellt, eine Probe wird entnommen und in das Smart Turbo gegeben. Wenige Minuten später liegt das Ergebnis vor und es können ggf. Maßnahmen zur Nacharbeitung des Batchansatzes getroffen werden bzw. die Freigabe zum Abfüllen erteilt werden. Durch diese Schnellanalytik kann die Kesselbelegungszeit deutlich verkürzt werden, was wiederum erhöhte Produktion und somit erhöhten Ertrag zur Folge hat. Mit derartigen Maßnahmen ergeben sich drastische Einsparpotentiale in der Produktionsüberwachung, welche die Anschaffung eines Smart Turbo innerhalb weniger Monate amortisiert. Außerdem stellen derartige Technologien eine Festigung des Produktionsstandortes dar.

#### Zusammenfassung

Der Umfang der Aufgaben in der Prozesskontrolle hat sich in vielen Industriezweigen in den letzten Jahren nicht zuletzt auch aufgrund geänderter Gesetzgebung deutlich geändert. Jetzt sind vermehrt Analysensysteme gefragt, die vor Ort oder direkt im Betrieb (At-Line) eingesetzt werden können. Vor allem muss bei diesem Einsatzgebiet ein besonderes Maß an Sicherheit und Bedienerkomfort berücksichtigt werden. Hier bieten sich gerade Mikrowellen-Analysensysteme zur Feuchte- und Feststoffbestimmung an. Die Mikrowellen-Trocknung als schnellstes direktes Messverfahren bietet sich für eine Vielzahl unterschiedlichster Messaufgaben bei Feuchte- und Feststoffgehalten von 0,1 % bis über 99 % an und ist besonders einfach zu handhaben. Daraus ergeben sich neben der Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität zudem erhebliche Einsparpotentiale für die unterschiedlichsten Industriezweige.

Proben	Zeit [min]	Mittelwert [%]*	Std., Abw.
Käse	2:00	57,92 Feuchte	0,11
Fleisch	3:30	62,48 Feuchte	0,13
Milch	2:00	11,92 Feststoff	0,02
Joghurt	2:15	14,45 Feststoff	0,02
Tomatenpaste	1:45	25,44 Feststoff	0,06
Mayonnaise	1:15	17,88 Feststoff	0,013

\* 5 Proben