

# Mikrowelleneignung von Nahrungsmittelverpackungen aus Stahl und Aluminium

von Thomas Pfeiffer

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising, Deutschland

*Die Mikrowellenerwärmung von Nahrungsmitteln in Metallverpackungen mit weiter Öffnung ist ungefährlich, wenn Sicherheitsempfehlungen eingehalten werden. Das ergab eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung zur Sicherheit und Leistungsfähigkeit der Mikrowellenerhitzung von Nahrungsmitteln in starren Stahl- und Aluminiumbehältern. Gegenüber Kunststoffbehältern zeigten die getesteten Metallverpackungen sogar eine gleichmäßigere Temperaturverteilung. Als wichtig erwies sich hierbei die Form der Verpackung: die beste Temperaturverteilung erzielten flache Metallbehälter mit großer Öffnung. Allerdings benötigten Lebensmittel in Metallverpackungen eine längere Aufheizzeit.*

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackungen in Freising hat eine Untersuchung zu Sicherheit und Leistungsfähigkeit der Mikrowellenerhitzung von Nahrungsmitteln in starren Stahl- und Aluminiumbehältern durchgeführt. Dabei wurde auch die Studie „Mikrowelleneignung von Verpackungen aus Aluminiumfolie“ der European Aluminium Foil Association (EAFA) aus dem Jahre 2006 berücksichtigt.

In Auftrag gegeben wurde die Studie von der Vereinigung europäischer Hersteller von Verpackungsstahl (APEAL) und der Fördergesellschaft Metallverpackungen (FGM) sowie den Unternehmen Alcan Rhenalu, Crown Food Europe, Impress und Novelis.

## Versuchsaufbau

Für die Durchführung der Testreihe kamen fünf verschiedene Metallbehälter zum Einsatz:

- eine runde Stahlschale (99 mm Durchmesser x 35 mm Höhe), Füllmenge 200 g
- eine runde Stahlschale (127 mm Durchmesser x 30 mm Höhe), Füllmenge 250 g
- ein quadratischer Stahlbehälter (125 mm x 125 mm x 25 mm), Füllmenge 300 g
- ein rechteckiger Aluminiumbehälter (160 mm x 99 mm x 35 mm), Füllmenge 400 g
- ein runder Stahlbehälter (153 mm Durchmesser, 36 mm Höhe), Füllmenge 425 g

Diese Verpackungen wurden wegen ihres flachen Profils und ihrer großen Öffnung gewählt, da eine solche Form für die Erwärmung in Mikrowellen günstige Eigenschaften aufweist.

Analog wurden Vergleichsversuche mit Kunststoffbehältern durchgeführt. Diese aus C-PET hergestellten, mikrowellengeeigneten Gefäße entsprachen in Form und Größe den Metallverpackungen. Auch die Menge des Füllgutes wurde angeglichen, um vergleichbare Bedingungen herzustellen.

Leitungswasser, flüssiger Pfannkuchenteig, Chili con Carne und eine Kindermahlzeit (Pasta mit Gemüse und kleinen Fleischklößchen in Sauce) dienten als Füllungen bei den Erhitzungsversuchen. Alle Inhalte hatten eine flüssige oder halb flüssige Konsistenz und füllten die Behälter vollständig aus.

Die Mikrowellenöfen waren haushaltsübliche Geräte mit gläserner Drehscheibe und Öffnung für den Mikrowellen-Hohlleiter an der rechten Seitenwand des Garraumes. Die vier Öfen mit Nennleistungen von 700W, 800W, 900W und 1000W unterschieden sich zudem bezüglich des Rauminhalts der Garräume und der Bauweise der Hohlleiteröffnungen.

Für die Versuche wurde nur die Mikrowellen-Heizfunktion der Öfen eingesetzt, auch wenn einige Öfen zusätzlich mit Infrarot-Grill oder Heißluft ausgestattet waren. Bei allen Experimenten betrug die Leistungseinstellung des Ofens 100 Prozent. Die Dauer der Erhitzung wurde dem jeweiligen Produkt bzw. Behälter und der Ofenleistung angepasst.

Der Aufbau des Experiments untersuchte im Einzelnen:

- Messung des Heizwirkungsgrades bei mit Leitungswasser gefüllten Behältern
- Visualisierung der Mikrowellen-Aufheizmuster mit teilweise gestocktem Pfannkuchenteig
- Messung der Heizleistung und Temperaturverteilung in Chili con Carne und Kindernahrung unmittelbar nach der Mikrowellenerwärmung mittels einer Vielfachanordnung von Thermoelementen

Zusätzlich wurden die Auswirkungen eines vorschriftswidrigen Gebrauchs von Metallbehältern in Mikrowellenöfen analysiert und die Stabilität der Ofenleistung während der Versuchsreihe überprüft.

## **Testergebnisse**

### Sicherheit beim Aufheizen

Der vorschriftsgemäße Einsatz der Metallbehälter in Mikrowellenöfen zum Erwärmen von Speisen war unbedenklich. Während der etwa 1.000 Versuche, die auch die Ergebnisse der Studie von 2006 miteinbezogen, trat keine Funkenbildung auf und es wurde keine potentiell riskante Situation beobachtet.

Wichtig ist, wie bei jeder Benutzung einer Mikrowelle, dass die üblichen Bedienungsanweisungen eingehalten werden. Besonders zu beachten sind folgende Punkte:

- Falls vorhanden, muss der Metalldeckel des Behälters vor der Erwärmung im Mikrowellenofen vollständig entfernt werden.
- Nur volle Verpackungen dürfen in den Mikrowellenofen gestellt werden.
- Es darf jeweils nur ein Behälter erwärmt werden.
- Der Metallbehälter muss in die Mitte des gläsernen Drehtellers gestellt werden. Ein isolierender Luftspalt von mindestens 2,5 Zentimetern zwischen Verpackung und Ofenwänden oder

-boden sollte eingehalten werden. Bei Öfen ohne Glas-Drehteller muss der Behälter auf einen zusätzlichen Keramikteller gestellt werden.

Bei den Experimenten mit bewusstem Fehlgebrauch trat unterschiedlich starke Funkenbildung auf, wenn ein Kontakt von Metall zu Metall erzwungen wurde. Durch diese Funken wurden Gebrauchsspuren an den Behältern und den Ofenwänden erzeugt. Ein technischer Defekt des Ofens wurde jedoch nicht beobachtet. Ein Luftspalt von 2 bis 2,5 Zentimeter zwischen Verpackung und Ofenwand ist ausreichend, um Funken in allen getesteten Situationen zu unterdrücken.

In der täglichen Praxis machen es der erhöhte Rand des Drehtellers und ggf. die zusätzliche Verwendung einer Kunststoffhaube als Spritzschutz praktisch unmöglich, dass das Metall versehentlich mit den Wänden des Ofens in Berührung gebracht wird.

### Heizwirkungsgrad und Aufwärmzeiten

Der Heizwirkungsgrad ist bei Metallbehältern gegenüber gleich großen Kunststoffgefäßen geringer: Für die gleiche Heizwirkung wird bei Metallbehältern eine längere Aufwärmzeit benötigt. Dies ist bereits in früheren Studien beobachtet worden. Der Grund dafür ist, dass bei Metallverpackungen der Zugang von Mikrowellen zum Nahrungsmittel nur von der offenen Oberseite her möglich ist, während er bei Kunststoff von allen Seiten erfolgen kann. Die erforderliche Aufwärmzeit für Nahrungsmittel in Metallbehältern hängt zudem von der Nennleistung und Bauweise des Ofens, seiner Einstellung, der Behälterform und -größe sowie der Nahrungsmenge ab.

Bei einigen der getesteten Metallverpackungen war die Aufwärmzeit auf Serviertemperatur doppelt so lang wie für dieselbe Nahrungsportion in einem Kunststoffbehälter. Das Erwärmen einer 250-g-Portion von einer Anfangstemperatur von 10°C auf 75°C dauerte in einem Ofen mit 900W Mikrowellenleistung beispielsweise 3,5 Minuten. Für den kleinsten getesteten Metallbehälter mit 99 Millimeter Durchmesser war die Aufwärmzeit etwa dreimal so lang wie für eine formgleiche Kunststoffverpackung. Bei größeren Metallgefäßen kann ein besserer Heizwirkungsgrad erreicht werden. Damit verbunden ist eine geringere Differenz der Aufwärmzeit gegenüber gleichartigen Kunststoffbehältern.

### Erwärmungsmuster und Temperaturverteilung

Aufheizversuche mit flüssigem Pfannkuchenteig sowie Experimente mit Temperaturverteilungsmessungen in erwärmtem Chili con Carne und Kindernahrung zeigten Erwärmungsmuster mit großen Differenzen zwischen Maximaltemperaturen (Hot-spots) und Minimaltemperaturen (Cold-spots). Diese Muster sind charakteristisch für die Mikrowellenerwärmung und wurden sowohl bei Kunststoff- als auch bei Metallschalen beobachtet. Die tatsächliche Temperaturverteilung ist vom Behälterwerkstoff, der Behältergeometrie, dem Nahrungsmittel und der Bauweise des Ofens abhängig.

Generell gab es bei den getesteten Metallbehältern bei der Erhitzung auf eine Serviertemperatur von etwa 75°C eine geringere Temperaturvariation und somit eine gleichmäßigere Erwärmung als bei Behältern aus Kunststoff.

Im Falle von Chili con Carne in Metallbehältern variierten die gemessenen Temperaturdifferenzen zwischen der wärmsten und der kältesten Stelle je nach Behältergeometrie und Ofentyp zwischen 20°C und 40°C. Bei gleichartigen Kunststoffgefäßen wurden Temperaturdifferenzen zwischen 40°C und 60°C gemessen. Es liegt auf der Hand, dass die längeren Erwärmungszeiten von Nahrungsmitteln in Metallbehältern einen Temperatúrausgleich unterstützen.

Das Aufwärmmuster bei Metallverpackungen zeigte in den meisten Fällen höhere Temperaturen im mittleren Bereich der Speise und niedrigere Temperaturen nahe der Wand und insbesondere an der Bodenkante. Im Gegensatz dazu wies bei den Kunststoffgefäßen in den meisten Fällen die mittlere Region niedrigere Temperaturen auf.

### Stabilität der Ofenleistung

Ein langfristiger Gebrauch von Mikrowellenöfen führt zu normalem Verschleiß und Abbau der Leistungsabgabe. Gelegentlich wurden Vermutungen laut, dass der Einsatz von Metallverpackungen in Mikrowellenöfen den Verschleiß beschleunigt und die Lebensdauer des Magnetrons verkürzt. In dieser Untersuchung wurde deshalb zusätzlich die effektive Mikrowellenenergieabgabe der Öfen vor und nach der Reihe von Erwärmungsexperimenten getestet. Nach mehr als 400 Erwärmungsexperimenten je Ofen, einschließlich 250 Versuchen mit Metallbehältern und bewusstem Fehlgebrauch mit leeren Behältern, konnte weder ein beschleunigtes Nachlassen der Ofenleistung über den normalen Verschleiß hinaus noch ein Ofenausfall bzw. eine Beschädigung beobachtet werden.

### Schlussfolgerungen

- Die Mikrowellenerwärmung von Nahrungsmitteln in Stahl- und Aluminiumbehältern von weiter, offener Form ist ungefährlich, wenn die jeweiligen Betriebsanleitungen des Ofens und die Anweisungen auf der Lebensmittelverpackung befolgt werden.
- Es wurde keine funktionelle Beschädigung der Mikrowellenöfen oder ein ungewöhnlicher Abbau der Mikrowellenleistung beobachtet.
- Das Aufwärmen der Nahrungsmittel in der Mikrowelle nimmt bei Metallverpackungen mehr Zeit in Anspruch als bei formgleichen Kunststoffbehältern. Die Differenz nimmt bei größeren Behältern ab. Daher sind flache Metallbehälter mit großer Öffnung vorzuziehen.
- Die Temperaturverteilung in den getesteten Metallbehältern war im Allgemeinen gleichförmiger als in Kunststoffbehältern.