
Prozessintensivierung und Elektrifizierung von Trocknungsprozessen durch Mikrowellen

Prof. Dr. Petra Först

Technische Universität München, School of Life Sciences,
Department of Life Science Engineering, Professur Food Process Engineering

Trocknungsprozesse werden in der Lebensmittelverarbeitung in großem Maße durchgeführt, um den Transport, die Lagerstabilität, die Verfügbarkeit und das Handling der Lebensmittel zu erleichtern. Typischerweise liegt der Anteil des Energieverbrauchs für Trocknungsprozesse in der Lebensmittelindustrie zwischen 15% und 25% der gesamten Primärenergie, die für die Verarbeitung verwendet wird. Als Wärmequelle wird dabei häufig Gas oder Dampf verwendet, welche auf fossilen Energien beruhen. Um unabhängiger von fossilen Energieträgern zu werden, werden Prozesse zunehmend elektrifiziert.

Trocknungsprozesse sind durch einen gekoppelten Stoff- und Wärmetransport gekennzeichnet. Die Prozesslimitierung kann entweder durch den Wärme- oder Stofftransport hervorgerufen werden. Die Art der Limitierung kann sich auch während des Prozesses ändern. Wenn die Wärmeleitung ins Produktinnere der limitierende Faktor ist (hohe Biot-Zahl), kann der Eintrag von Mikrowellen eine große Prozessintensivierung bewirken. Der Energieeintrag durch Mikrowellen erfolgt volumetrisch und selektiv in die noch feuchten Produktbereiche, da Wasser eine hohe dielektrische Konstante sowie einen hohen dielektrischen Verlustfaktor besitzt. Zudem erfolgt die Erzeugung der Mikrowellenenergie elektrisch.

Daher bietet die Mikrowellentrocknung ein großes Potenzial für die Trocknung von Lebensmitteln. Ein Nachteil ist die Ausbildung von Cold- und Hotspots, die zu einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung und der Ausbildung unter- und überprozessierter Bereiche führt. Die Homogenisierung der Temperaturverteilung kann einerseits durch geeignete Prozesssteuerung erfolgen, indem eine Kombination geeigneter Frequenzen ausgewählt wird, oder durch Durchmischung des Trocknungsguts.

Im Vortrag wird sowohl auf die Mikrowellengefrierd Trocknung als auch auf die mikrowellenunterstützten Heißlufttrocknung verschiedener Materialien eingegangen. Die Arbeiten wurden an Hopfen, Starterkulturen und Zuckerschäumen durchgeführt. Es werden sowohl Arbeiten zur Prozessintensivierung durch neuartige Solid-State Mikrowellengeneratoren gezeigt als auch Arbeiten zur kontinuierlichen Durchmischung des Produktes in einer Trommel mit dem Ziel, den Wärme- und Stofftransport zu verbessern.

Des Weiteren werden Messmethoden vorgestellt, die Prozesshomogenität während der Trocknung zu messen. Es wird gezeigt, wie die lokale Temperatur mit Hilfe von Wärmebilddaufnahmen und irreversibler thermochromer Tinte gemessen und der lokale Wassergehalt mit Hilfe von Neutronenbildgebung in-situ ermittelt werden kann.