

Abstract

Plasmatechnologie für das Entkeimen von Packstoffen

P. Muranyi, J. Wunderlich

Seit einigen Jahren werden Niederdruck- und Atmosphärendruckplasmen für die Entkeimung von Oberflächen in der Lebensmittel- und Medizintechnik entwickelt. Durch Kombination und Synergie unterschiedlicher Wirkmechanismen wie UV-Strahlung, Radikalchemie und Teilchenbeschuss, vermögen Gasplasmen Mikroorganismen effizient zu inaktivieren. Der Einsatz optimierter Niedertemperaturplasmen ermöglicht die Behandlung von Packstoffen, auch thermolabilen Kunststoffen (z.B. PET, PE), ohne signifikante Modifikation der Materialcharakteristika.

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Verbundprojektes (FKZ 13N7602ff) wurde vom Fraunhofer Institut für Lasertechnik (ILT) die sog. kaskadierte Barrierenentladung entwickelt. Bei diesem patentierten System handelt es sich um eine Weiterentwicklung der dielektrischen Barrierenentladung, welche energiereiche UV-Strahlung mit den direkten Plasma-Mechanismen kombiniert. Dabei wird an einem gasgefüllten Spalt (einige mm bis cm), zwischen einem Excimer-Planarstrahler und einer Erdelektrode, eine mittelfrequente Hochspannung angelegt. Dadurch entstehen unmittelbar über der Probe viele kurzzeitige Mikroentladungen (Plasmafilamente) mit Existenzdauer im Nanosekundenbereich. Aufgrund dieser kurzen Beständigkeit heizt sich das Gasvolumen nur wenig auf. Infolge der Plasmafilamente wirken auf die Probenfläche die "klassischen" Plasma-Mechanismen wie UV-Strahlung, reaktive Radikale und beschleunigte Teilchen, die über die eingekoppelte Leistung und das verwendete Prozessgas gesteuert werden. Simultan wird die Gasmischung im Excimer-Strahler angeregt und es entsteht energiereiche Strahlung im UV-Bereich mit hoher Konversionseffizienz. Die Wellenlänge der Excimer-Strahlung kann über die Auswahl der Gasfüllung variiert und angepasst werden (Halogene, Edelgase und Mischungen). Zum Beispiel emittiert ein XeBr⁺-Excimer monochromatisches Licht mit einer Wellenlänge von 282 nm. Neben einem Beitrag zur Entkeimung erhöht die emittierte UV-Strahlung des Excimer-Strahlers die Homogenität des Plasmas im unteren Spalt (Joshi-Effekt). Insgesamt betrachtet liegen bei der kaskadierten Barrierenentladung unterschiedliche Inaktivierungswege vor, die separat aber vor allem synergistisch Mikroorganismen effizient abtöten können (z.B. fünf Zehnerpotenzen *B. atrophaeus*-Endosporen in einer Sekunde).

Die kaskadierte Barrierenentwicklung wurde für die Behandlung flacher Substrate entwickelt und eignet sich somit für die Entkeimung von Tiefziehfolien oder Deckelplatten (z.B. Milchindustrie). Aufgrund der einfachen und kompakten Bauweise lässt sich dieses System problemlos in vorhandene Abfülllinien integrieren. Der Betrieb unter Verwendung herkömmlicher Raumluft bietet die Möglichkeit einer schnellen und ökonomischen Entkeimung ohne problematische Rückstände. Die Plasmatechnologie, speziell die hier vorgestellte kaskadierte Barrierenentladung, hat das Potential sich als neuartiges Entkeimungsverfahren in der industriellen Anwendung zu etablieren