

Kurzzusammenfassung

In Anbetracht der Energiewende können neuartige, nanozelluläre Polymerschäume aufgrund ihrer extrem geringen Wärmeleitfähigkeit einen großen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Um diese Schäume nachhaltig herzustellen und den ökologischen und ökonomischen Nutzen zu maximieren, sollte nahekritisches CO₂ als Treibmittel verwendet werden, da dieses umweltfreundlich und günstig ist. In diesem Zusammenhang stellt das *Principle of Supercritical Microemulsion Expansion* (POSME) ein vielversprechendes Verfahren dar, wobei eine Mikroemulsion aus mit überkritischem Treibmittel gefüllten Mizellen expandiert und die externe Phase fixiert wird. Als Modellsysteme wurden zunächst zuckerhaltige Propanmikroemulsionen untersucht, deren Schäume allerdings nur Porengrößen im unteren Mikrometerbereich aufwiesen. Untersuchungen des Phasenverhaltens und der Mikrostruktur mittels Kleinwinkelneutronenstreuung (SANS) zeigten, dass eine bikontinuierliche L₃-Struktur vorliegt. Periodische Drucksprünge in Kombination mit zeitaufgelösten SANS-Messungen lassen erkennen, dass die Nanostruktur schon durch einen bei Beginn der Expansion einsetzenden Entmischungsvorgang verloren geht. Die erhaltenen mikroporösen Zuckerschäume stellen allerdings ein interessantes "low calorie" Produkt für die Lebensmittelindustrie dar. Durch den systematischen Austausch der nichtessbaren Tenside durch essbare Saccharosestearinsäureester und die Verwendung von nahekritischem CO₂ an Stelle des Propan konnten in einem Laborextruder essbare, wohlschmeckende Zuckerschäume produziert werden. Um dem gesetzten Ziel der großtechnischen Produktion polymerer Nanoschäume dennoch näher zu kommen, wurde ein weiteres, alternatives Verfahren das *Nano-Foam by Gel Acetone Foam Formation via Expansion Locking* (NF-GAFFEL) entwickelt, in dem ein Polymer (z.B. Polystyrol) mit einem Lösungsmittel (z.B. Aceton) zu einem bikontinuierlichen Gel gequollen wird. Wenn dieses Gel in eine CO₂-Atmosphäre unter hohem Druck gebracht wird, kommt es zu einer Vermischung von Lösungsmittel und CO₂, so dass mittels Expansion eine Extraktion des Lösungsmittels erfolgt und ein nanoporöses Material resultiert, wobei das Lösungsmittel durch Kondensation recycled wird. Die so hergestellten offenporigen Polymerschäume weisen Porendurchmesser zwischen 100 - 200 Nanometer und Dichten im Bereich von $\rho = 0.10 - 0.40 \text{ g/cm}^3$ auf. Die flexiblen Gele lassen sich problemlos extrudieren, wodurch erstmals die kontinuierliche Darstellung von Nanoschäumen in greifbarer Nähe ist.