

Bernd Rathke: Blasenbildung in gasgesättigten Flüssigkeiten. 2002

Blasenbildung in Flüssigkeiten ist im Gegensatz zur Kondensation aus der Gasphase weitgehend unverstanden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde der Prozeß der Blasenbildung an dem binären System n-Hexadecan / Kohlendioxid untersucht. Dazu wurde die für Untersuchungen der Gasphasenkeimbildung entwickelte Nukleationspulsmethode auf die Blasenbildung übertragen und eine entsprechende Keimbildungsanlage neu aufgebaut. Die Apparatur eignet sich, Anzahldichten von Blasen im Bereich von 10^2 - 10^6 cm⁻³ durch einen ultrakurzen Druckpuls der zeitlichen Dauer von 0.2 - 0.5 ms zu erzeugen, mit statischer Lichtstreuung zu messen und hieraus stationäre homogene Keimbildungsraten zu berechnen. Zu der von Keimbildungsmodellen unabhängigen Bestimmung der Keimbildungsraten unter variablen aber definierten Bedingungen kommt die Messung des Blasenwachstums. Die Nukleationspulsumtersuchungen haben den großen Vorteil, daß sie modellunabhängig durch Anwendung des generalisierten Keimbildungstheorems das Volumen des kritischen Blasenkeims liefern (25 - 30 nm³). Die Charakterisierung des eingesetzten Stoffsystems ergibt ein p(x)-Diagramm, das bei einer Temperatur von T = 40 °C, abweichend von der Literatur, neben einem flüssig-gas einen flüssig-flüssig Koexistenzbereich aufweist, dessen kritischer Druck bei 165 bar liegt. Auf der Basis der Kenntnis dieses Phasendiagramms wurden Blasenbildungsexperimente in einem Druckbereich zwischen 1 und 175 bar durchgeführt und Keimbildungsraten im Bereich von 10^7 - 10^{11} cm⁻³s⁻¹ gemessen. Die ermittelten Keimbildungsraten lassen auf ein völliges Versagen der klassischen Keimbildungstheorie für die Keimbildung von Blasen schließen.

Bubble formation in liquids is, contrary to gas phase condensation, poorly understood. Within the frame of the present work, the process of bubble formation in the binary system n-hexadecane / carbon dioxide is examined. To this end the nucleation pulse method developed for gas phase nucleation is adapted to bubble formation. A corresponding nucleation pulse chamber has newly been assembled. The apparatus permits using static light scattering measuring bubble number densities in the range of 10^2 - 10^6 cm⁻³ by virtue of ultra-fast pressure pulses of a duration of 0.2 - 0.5 ms. Stationary homogeneous nucleation rates are then calculated. In addition to the model-independent determination of nucleation rates, measurements of bubble growth under variable, albeit well-defined conditions is feasible. Nucleation pulse investigations have the further advantage of model- independently providing the volume of the critical bubble (25 - 30 nm³). Characterizing the binary system, a p(x)-diagram is obtained, which at a temperature of T = 40 °C shows a liquid-gas coexistence as well as a liquid-liquid coexistence - differing from literature. The critical pressure of the latter coexistence is located at 165 bar. Based on the known phase diagram, bubble formation experiments were conducted at pressures ranging from 1 to 175 bar. Nucleation rates in the range 10^7 - 10^{11} cm⁻³s⁻¹ were measured. The nucleation rates determined indicate a complete failure of the classical nucleation theory in the case of bubble nucleation.