

Kurzzusammenfassung

Unter Verwendung einer „Laminar Flow Diffusion Chamber“ (LFDC), einer Expansionskammer (FEC) und einer Überschalldüse (SSN) wurde die homogene Keimbildung von kondensierendem Wasserdampf (H_2O) untersucht. Darüber hinaus war es möglich, das Gefrieren der sich bildenden Tröpfchen in der SSN zu charakterisieren. Die bei Temperaturen von $T = 240\text{--}270\text{ K}$ in der LFDC gemessenen Keimbildungsraten J liegen im Bereich von $10^3 < J / \text{cm}^{-3}\text{s}^{-1} < 10^6$ und füllen eine Lücke in den Literaturdaten. Mit Hilfe des *Kashchiov* Theorems $(\ln J / \ln S)_T$ wurde die Größe des kritischen Clusters n^* bestimmt. Die Übereinstimmung mit Literaturwerten ist gut, wohingegen die *Gibbs-Thomson* Gleichung die Größe des kritischen Clusters überschätzt. In der FEC wurden die *onset* Bedingungen der Kondensation wie die *onset* Temperatur T_{on} und der *onset* Druck p_{on} gemessen und mit Werten aus der Nukleationspulschammer (NPC) und der SSN verglichen. Da sich die gemessenen Werte zwischen den Literaturwerten befinden, wurden Keimbildungsraten von $J \sim 10^{13} \text{ cm}^{-3}\text{s}^{-1}$ abgeschätzt. In der SSN konnten positionsaufgelöste Druckmessungen (PTM), Kleinwinkel-Röntgenbeugungs-Experimente (SAXS) sowie Fourier Transform infrarot (FTIR) Spektroskopie Messungen verwirklicht werden. Die PTMs geben Aufschluss über die physikalischen Bedingungen in der Düse wie Temperatur- und Übersättigungsverlauf und die für die Keimbildung charakteristische Zeit. Die SAXS Messungen ermöglichen es, die Anzahl der gebildeten Tröpfchen N , $1.5 \cdot 10^{12} < N / \text{cm}^{-3} < 8 \cdot 10^{12}$, sowie ihre mittlere Größe $\langle r \rangle$, $3.2 < \langle r \rangle / \text{nm} < 5.8$, zu bestimmen. Da die Anzahl der Tröpfchen in der Düse abnimmt, wurde der Effekt von Koagulation auf nanometer große Wasserpartikel zum ersten Mal bestimmt. Verglichen mit theoretischen Vorhersagen ist die Koagulation um einen Faktor von bis zu 4.46 verstärkt. Diese Verstärkung wird den *van der Waals* Kräften zugeschrieben, die immer stärker werden, je kleiner die Partikel werden, und ist auch für andere Substanzen in der Literatur zu finden. Eine Kombination der Ergebnisse aus den PTM und den SAXS Messungen ermöglicht die Bestimmung der Keimbildungsraten die im Bereich $7 \cdot 10^{17} < J / \text{cm}^{-3}\text{s}^{-1} < 11 \cdot 10^{17}$ bei Temperaturen $198 < T / \text{K} < 220$ liegen, und 4-5mal höher sind als frühere in der Düse bestimmte Raten. Mit Hilfe der FTIR Spektroskopie gelang erstmalig der Nachweis des Gefrierens der unterkühlten Tröpfchen in der Düse. Um den Anteil der gefrorenen Tröpfchen zu bestimmen, wurden die Absorptionsspektren der frierenden Tröpfchen durch eine lineare Kombination der Spektren der reinen flüssigen Phase und der Eisphase dargestellt. Dieser gefrorene Anteil als Funktion der Zeit ermöglicht die Bestimmung der volumenbasierten Eiskeimbildungsraten J_{ice} . Diese liegen bei $6.61 \cdot 10^{22} < J_{\text{ice}} / \text{cm}^{-3}\text{s}^{-1} < 3.64 \cdot 10^{23}$ und stimmen mit Literaturwerten überein.