

# Kapitel 1

## Einleitung

Nanopartikel stoßen seit einigen Jahren auf vermehrtes wissenschaftliches Interesse. Im Bereich der Biologie wurde die Entwicklung mit dem berühmten Lotoseffekt angestoßen [1]. Im Bereich der Medizin sind interessante neue Entwicklungen zu beobachten, bei denen magnetische nanoskopische Partikel u.a. zur Bekämpfung von Krebszellen eingesetzt werden [2] und nanoskopische Partikel als Träger für Wirkstoffe wie z.B. Insulin dienen [3]. Eine besonders wichtige Rolle spielen Aerosole in unserer Umwelt, wo viele atmosphärische Prozesse unter Beteiligung kleiner Partikel stattfinden [4], und diese zum Strahlungshaushalt der Erde beitragen [5]. Künstlich produzierte Stäube können zu Belastungen der Umwelt und somit zu Erkrankungen der Tiere und Menschen führen [6]. Es besteht daher ein großes Interesse an neuen Entwicklungen und insbesondere Analysemethoden, um Aerosole besser zu charakterisieren, die ablaufenden chemischen Prozesse zu bestimmen und letztlich verlässliche Gefährlichkeitseinstufungen vornehmen zu können oder neue Anwendungen zu etablieren.

Die Charakterisierung und Analyse von Nanopartikeln kann auf verschiedene Weise erfolgen. Die klassischen Wege sind Lichtstreuung und Mikroskopie in Flüssigkeiten, Spektroskopie einer aggregierten oder gelösten Probe sowie Transmissions- oder Rastertunnelmikroskopie. Kommen Nanopartikel mit anderen Oberflächen in Berührung, können sich Änderungen an den Nanopartikeln ergeben, z.B. Verformungen, chemische Reaktionen, Quelleffekte oder strukturelle Umordnungen. Dies wird problematisch, wenn die Partikel einen Durchmesser  $\leq 100$  nm aufweisen. Je kleiner die Nanopartikel werden, desto größer wird das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen, und desto mehr Einfluss hat die Oberfläche auf die elektronischen und optischen Eigenschaften der Partikel. Berührungsfreie Analysemethoden gewinnen daher zunehmend an Bedeutung.

Mikropartikel wurden bereits erfolgreich in elektrodynamischen Fallen gespeichert und mit Miestreuung analysiert [7][8][9]. Auch im Bereich der orts- und energieaufgelösten Innerschalenanregung wurden Mikropartikel bereits untersucht [10], dies bringt aber viele Probleme durch das erforderliche Vakuum mit sich.

Für Nanopartikel ist ein neuer Ansatz die Verwendung eines Nanopartikelstrahls [11][12]. Diese bisher nur im Bereich des VUV verwendete Methode wird in dieser Arbeit erstmals im Bereich der weichen Röntgenstrahlung eingesetzt. Mit Hilfe aerodynamischer Linsen können Partikel *in situ* ins Hochvakuum überführt und dort im Bereich der Innerschalenanregung untersucht werden. Durch die berührungsfreie Untersuchung wird die Oberfläche der Partikel nicht beeinflusst, durch ständig frische Nanopartikel werden Strahlenschäden vermieden und ladungsbedingte Änderungen können nicht auftreten.

In dieser Arbeit wird ein Experiment für Nanopartikelstrahlen entworfen, erstellt und die Anwendbarkeit von Nanopartikelstrahlen als Analysemethode untersucht. Verschiedene Modelle zur Auswertung der Daten werden diskutiert und optimiert. Weiterhin werden erste Ergebnisse zur elektronischen Struktur von Salzen und strukturierten freien Nanopartikeln präsentiert. Die elastische Streuung weicher Röntgenstrahlung wird zur Ermittlung von Größe und optischen Eigenschaften freier Nanopartikel eingesetzt.