

---

## Abstract

Während der letzten Jahre erzeugten Nanopartikel zunehmend großes Interesse und fanden Anwendung in einer Vielzahl von Produkten wie zum Beispiel in Form von Pigmenten oder als hocheffektive Katalysatoren. In diesem Zusammenhang ist die Handhabung sowie Verarbeitung von zentraler Bedeutung. Im Gegensatz zu makroskopischen Partikeln werden die Fließeigenschaften von Nanopartikeln maßgeblich von den Partikel-Partikel Wechselwirkungen beeinflusst. Die Kräfte, welche diese Wechselwirkungen bewirken, sind stark abhängig von der Materialbeschaffenheit, der Oberflächenchemie sowie Einflüssen der Umgebung. Aus diesem Grund ist ein fundamentales Verständnis der Prozesse und Kräfte, die in dieser Beziehung eine Rolle spielen, von zentraler Bedeutung, um das Verhalten von Nanopartikeln vorherzusagen.

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Kernfragestellungen bearbeitet:

1. Welche Rolle spielen Wasseradsorbatschichten auf Nanopartikeln und wie beeinflusst die komplexe Wasserstruktur die interpartikulären Wechselwirkungen als Funktion der relativen Feuchte?
2. Welchen Einfluss hat die Oberflächenchemie von Nanopartikeln auf die interpartikulären Kräfte und können diese Wechselwirkungen gezielt beeinflusst werden?

In der vorliegenden Arbeit wurde die Wasseradsorption und Kapillarbrückenbildung bei definierten Schichten von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{TiO}_2$  Nanopartikeln mittels eines neuartigen experimentellen Aufbaus, welcher eine Quarzkristall Mikrowägung mit Dissipationsanalyse (QCM-D) bei simultaner Fourier Transformation Infrarot Reflexions-Absorptions-Spektroskopie (FT-IRRAS), erlaubt untersucht. Dabei ermöglichte die QCM-D sowohl die Untersuchung von Massenänderungen ( $\Delta f$ ) als auch die Analyse von Änderungen der Kontaktmechanik auf Basis der Dissipationsanalyse ( $\Delta \Gamma$ ). Zusätzlich erlaubten die FT-IRRAS Messungen die Charakterisierung der Wasseradsorbatstruktur. Durch eine Peakentfaltung der breiten OH Bande im FT-IR Spektrum gelang es sowohl „eisartige“ als auch „flüssige“ Wasserspezies zu identifizieren. Durch eine Korrelation beider Datensätze war es möglich Änderungen der Kontaktmechanik auf eine Änderung der Wasseradsorbatstruktur zurückzuführen.

Darüber hinaus wurde ein weiterer neuartiger experimenteller Aufbau entwickelt, welcher Rasterkraftmikroskop basierte Kraft-Abstand-Spektroskopie unter kontrollierten Bedingungen ermöglichte. Dieser Aufbau wurde für in-situ Experimente zur detaillierten Untersuchung des komplexen Zusammenspiels zwischen Bestrahlung mit UV-Licht, Feuchtigkeit und Oberflächenadsorbaten in Bezug auf die Kontaktkräfte von  $\text{TiO}_2$  Nanopartikeln eingesetzt.