

## Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung neuer Prinzipien und Methoden zur Erzeugung definierter Anordnungen von biologischen (Proteinen) sowie synthetischen (Gold-basierten) Nanopartikeln mit Dimensionen bis zu 10 nm an Substratoberflächen mit Hilfe definierter makromolekularer Funktionalisierung. Dabei sollte einerseits untersucht werden, ob eine lateral geordnete Adsorption in einem Array mit definierten mittleren Abständen zwischen den Nanopartikeln experimentell bestätigt werden kann. Des Weiteren sollte ein Nachweis für eine selektive Adsorption eines sterisch passenden Nanopartikels erbracht werden. Dazu sollen Proteine als auch Goldnanopartikel verwendet werden. Aus den gewonnenen Daten soll geprüft werden, ob eine generelle Übertragbarkeit von Proteinen auf Nanopartikel möglich ist

Die Synthese der Goldnanopartikel wurde nach zwei unterschiedlichen Methoden durchgeführt. Dabei hat die Synthese der funktionalisierten Goldnanopartikel nach der Zweischnitt-Methode gezeigt, dass diese generell möglich ist. Ein Problem bei dieser Methode war jedoch der Verlust der engen Größenverteilung, die infolge der Umfunktionalisierung aufgetreten ist.

Mittels der Einschnitt-Methode konnten die funktionalisierten Goldnanopartikel mit einem Durchmesser von  $\sim 10$  nm erfolgreich synthetisiert werden. Der gewünschte Anteil der Liganden C12 und EG6 in der Goldnanopartikelhülle konnte mittels der ATR-IR Messung nachgewiesen werden. Die Stabilitätsuntersuchung der Goldnanopartikel in unterschiedlichen Lösungsmitteln (wässrig sowie organisch) zeigte keine Anzeichen von Zersetzung oder Agglomeration für bis zu 13 Wochen in Wasser und bis zu drei Wochen für die organischen Lösungsmittel. Insgesamt betrachtet konnte somit nachgewiesen werden, dass die synthetisierten Goldnanopartikel amphiphile Eigenschaften aufwiesen.

Eine Funktionalisierung der Basispolymere Polystyren und Polysulfon konnte mittels der Adsorption / Selbstorganisation der Diblockcopolymere P3 – P6 erfolgreich nachgewiesen werden. Hierbei zeigten sich ausgeprägte Unterschiede der Hydrophilie / Hydrophobie der Basispolymeroberfläche als Funktion des PEG-Typs und der Konzentration. Des Weiteren konnte aus der „Mushroom“-Struktur Anordnung des PEGs für alle Experimente eine nichtvollständige Bedeckung des Basispolymers festgestellt werden. Hierbei wies das P6 die beste Modifizierungseffizienz auf. Im Unterschied dazu führte die Modifizierung mit der SAM-Technik, aus einem Thiolgemisch an Goldoberflächen, zu einer vollständigen Bedeckung der Oberfläche mit OEG.

Die Visualisierung der adsorbierten Goldnanopartikel an PS-*b*-PEG modifizierten Polystyren-Oberflächen konnte mit den drei verwendeten Methoden keine eindeutigen Nachweise bezüglich der Menge adsorbierter Partikel und der Probenoberfläche erbringen. Um verlässliche Aussagen zu erhalten sollten weitere Versuche unternommen werden. Klare Unterschiede zeigt sich zum einen beim Vergleich der verwendeten Konzentrationen nach Methode A. Des Weiteren konnte eine unterschiedliche Verteilung der adsorbierten Partikel mittels der Methode B und C nachgewiesen werden, die sich vermutlich aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenfunktionalität ergab.

Für die Adsorption von (Bio)-Nanopartikeln (Proteine und Goldnanopartikel) aus wässrigen Lösungen, die mittels der SPR-Methode untersucht worden sind, zeigte sich bei der Adsorption der Goldnanopartikel an SAM-Modelloberflächen eine systematische Abnahme, die sich als Funktion des molaren Anteils EG6 darstellen lässt. Somit zeigte sich, dass der Einsatz solcher SAM-Oberflächen ein hervorragendes Referenzsystem darstellt, um den Einfluss von OEG auf einer Oberfläche zu studieren. SPR Experimente für die Adsorption von biologischen sowie synthetischen Nanopartikel auf einer mittels des Diblockcopolymer PS-*b*-

PEG modifizierten PS-Oberfläche wiesen eine ähnliche Reduzierung im Vergleich zwischen unmodifizierter und der am höchsten modifizierten PS-Oberfläche auf. Im Vergleich dazu, konnte für das Protein Thyroglobulin eine nahezu vollständige Abschirmung (bis zu 95 %) auf einer mittels PS-*b*-PEG modifizierten PS-Oberfläche nachgewiesen werden.

Für die Adsorption von biologischen sowie synthetischen Nanopartikeln die mittels der QCM-Methode untersucht worden sind, konnte für Myoglobin eine systematische Abnahme, die sich als Funktion der Konzentration PS-*b*-PEG darstellen lässt, nachgewiesen werden. Weiterhin zeigten die QCM Ergebnisse insgesamt eine Reduzierung für BSA, HSA und Thyroglobulin. Für die Goldnanopartikel konnte mit den zwei unterschiedlichen Methoden keine eindeutige Tendenz festgestellt werden.