

Abstract

Mechanical properties of different samples were studied by using an atomic force microscope (AFM). The samples used in this work range from crosslinked polymers over biological networks to hydrogels, showing different nano mechanical properties.

First, the complex mechanical properties, G' and G'' , of native and crosslinked polyelectrolyte multilayer made of poly-L-Lysine (PLL) and hyaluronic acid (HA) were measured using a new developed approach of a dynamic measurement and compared to standard Quartz Crystal Microbalance measurements.

Second, the mechanical properties of HA/PLL multilayers were determined by indentation measurements in different conditions such as pH, ionic strength and temperature. Response of the native and crosslinked films is compared.

Third, HA/PLL multilayers were coated with pNIPAM microgel particles to create a thermoresponsive barrier at the outermost layer. It was shown that the film and microgel combination was not working out as studied in this work, but it is shown that further studies with some adjustments might work.

The fourth part of this work was in cooperation with the Helmholtz Zentrum in Berlin. The influence of network topological defects, like local defects and spatial heterogeneity, of pNIPAM gels on the microscopic elasticity is studied. The elasticity of gels with heterogeneous nanostructure depends on both the type and on the size of network heterogeneities.

The fifth part of this work was in cooperation with the Charité in Berlin. Scaffolds made of collagen were investigated using the AFM. Difference in the thickness and swelling behavior is compared to macroscopically measurements and explained as a geometrical effect.

Zusammenfassung

Die mechanischen Eigenschaften verschiedener Proben wurden mit Hilfe eines Rasterkraftmikroskops (AFM) untersucht. Die in dieser Arbeit verwendeten Proben reichen von vernetzten Polymeren über biologische Netzwerke bis hin zu Hydrogelen und zeigen unterschiedliche nanomechanische Eigenschaften.

Zunächst wurden die komplexen mechanischen Eigenschaften, G' und G'' , von nativen und vernetzten Polyelektrolytfilmen aus Poly-L-Lysin (PLL) und Hyaluronsäure (HA) mit einer dynamischen Messung gemessen und mit Quarzkristall-Mikrowaagemessungen verglichen.

Als zweites wurden die mechanischen Eigenschaften von HA/PLL Filmen durch Eindringungsmessungen unter verschiedenen Bedingungen wie pH-Wert, Ionenstärke und Temperatur bestimmt. Das Ansprechverhalten der nativen und vernetzten Filme wurde verglichen.

Als drittes wurden HA/PLL Filme mit pNIPAM-Mikrogelpartikeln beschichtet, um eine thermoresponsive Barriere an der äußersten Schicht zu schaffen. Es zeigte sich, dass diese Kombination aus Film und Mikrogel nicht gut funktionierte, aber es wird gezeigt, dass weitere Messungen mit einigen Anpassungen funktionieren könnten.

Der vierte Teil wurde in Zusammenarbeit mit dem Helmholtz-Zentrum in Berlin durchgeführt. Der Einfluss von Netzwerktopologiedefekten, wie lokale Defekte und räumliche Heterogenität von pNIPAM-Gelen auf die mikroskopische Elastizität wird untersucht. Die Elastizität von Gelen mit heterogener Nanostruktur hängt sowohl von der Art als auch von der Größe der Netzwerkheterogenitäten ab.

Der fünfte Teil dieser Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Charité in Berlin durchgeführt. Netzwerke aus Kollagen wurden untersucht. Der Unterschied ist die Dicke und das Quellverhalten wird mit makroskopischen Messungen verglichen und als geometrischer Effekt erklärt.