

**Darstellung molekular dünner und segregierter Porphyrinreihen, Stäbchen  
und Säulen und deren Charakterisierung mit dem Rasterkraftmikroskop  
im dynamischen Modus.**

**Dissertation**

**Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor rerum naturalium  
( Dr. rer. nat.)  
im Fach Chemie**

Fachbereich Biologie, Pharmazie und Chemie  
Freien Universität Berlin

September 2004

von

**Dipl. Chem. Matthias Eckhard Lauer**  
geboren am 21.05.1972 in München

Tag der mündlichen Prüfung: 22.11.2004

1. Gutachter: Prof. Dr. J-H Fuhrhop

2. Gutachter: Prof. Dr. K. Christmann

Die Arbeit ist Kirsikka und Mika gewidmet

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Rastersondenmikroskopie</b>	<b>4</b>
2.1.1 Funktionsprinzip der Rastersondenmikroskope und Bildanalyse	
2.1.2 Rasterkraftmikroskopie (dynamischer Modus)	
2.1.3 Messung der Oberflächentopologie und der Phasenverschiebung	
2.1.4 Experimentelles	
2.1.5 Kalibrierung des Mikroskops	
<b>2.2 Auflösungsvermögen und Abbildungsfehler</b>	<b>13</b>
2.2.1 Bestimmung der Sondengeometrien	
2.2.2 Korrekturen zur topologischen Breite	
<b>2.3 Substrate und Probenvorbereitung</b>	<b>17</b>
2.3.1 Graphit (HOPG)	
2.3.2 Glimmer	
2.3.3 Gold	
2.3.4 Probenvorbereitung und Reproduzierbarkeit	
<b>3. Resultate und Diskussion</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Vorarbeiten und Stand des Wissens</b>	<b>25</b>
3.1.1 Darstellung von Inselaggregaten durch irreversible Aggregation von Phosphonatporphyrinen durch Zirkon(IV+)	
3.1.2 Ableitung eines experimentellen Ansatzes zum Aufbau dünner Säulen	
<b>3.2 Selbstorganisation des Phosphonatporphyrins auf Graphit, die Darstellung segregierter Porphyrinreihen</b>	<b>29</b>
3.2.1 Experimente und Resultate auf Graphit	
3.2.2 Diskussion der Ergebnisse auf Graphit	
<b>3.3 Selbstorganisation des Phosphonatporphyrins auf Glimmer, Darstellung segregierter molekularer Porphyrinstäbchen</b>	<b>39</b>
3.3.1 Darstellung geeigneter Präparate bei pH = 13	
3.3.2 Topologie der rigider und separierten Porphyrinfasern	
3.3.3 Sondeninduzierte Umlagerung und Inversion der Oberflächentopologie	
3.3.4 Diskussion und Mechanismus der Umlagerungen	
<b>3.4 Rekonstruktion der molekularen Faser- bzw. Stabstruktur</b>	<b>56</b>
<b>3.5 Selbstorganisation der Phosphonatporphyrine auf Gold (pH =13), Darstellung molekular dünner Porphyrinsäulen</b>	<b>59</b>
3.5.1 Darstellung segregierter und 6 nm hoher Porphyrinaggregate auf Au(111)	
3.5.2 Bemerkung zur Korrektur der topologischen Breite (laterale Auflösung)	

- 3.5.3 Kristallisation partiell schwebender Fasern bzw. senkrecht orientierter Säulen von bis zu  $h = 1500$  nm Höhe
- 3.5.4 Darstellung von Porphyrinsäulen durch Akkumulation nanoskopischer Luftblasen
- 3.5.5 Diskussion der Ergebnisse auf Gold

#### **4. Zusammenfassung 77**

- 4.1 Zusammenfassung
- 4.2 English Conclusion

#### **5. Literaturverzeichnis 79**

#### **Lebenslauf**