

1. Grundlagen der Nanotechnologie

- (a) Erläutern Sie eine in Deutschland in der Forschung und Entwicklung etablierte Definition der Nanotechnologie. Was ist mit dem Begriff „Nanointegration“ gemeint? [2 P]
- (b) Erläutern Sie die Begriffe „Top Down-Strukturierung“ und „Bottom Up-Strukturierung“ von Materie. [2 P]
- (c) Erklären Sie den Begriff „molekulare Erkennung“ am Beispiel der molekularen Wechselwirkung zwischen Vitamin H (Biotin) und dem Protein Streptavidin und nennen Sie die dabei wirkenden Kräfte. [3 P]

2. Werkzeuge der Nanotechnologie

- (a) Erläutern Sie die Methode der Rasterkraftmikroskopie sowie des dazu verwendeten Instrumentariums. [3 P]
- (b) Beschreiben Sie die unterschiedlichen Methoden zur Bestimmung der Topographie von Oberflächen bestehend aus „weichen“ organischen Materialien oder aus „harten“ anorganischen Festkörpern. [2 P]
- (c) Welche Bauart eines Rasterkraftmikroskops würden Sie empfehlen, um exemplarisch an einigen Stellen die oberflächliche Nanostruktur eines Flugzeugflügels zu bestimmen (ohne den Flügel zu zerstören). [2 P]
- (d) Erläutern Sie eine Methode zur Analyse der chemischen Zusammensetzung einer 10 nm dünnen Beschichtung eines Festkörpers und gehen Sie dabei auf die physikalische Grundlage der Methode ein. [3 P]

wechselwirkung zwischen vitamin m (biotin) und dem Protein
Sie die dabei wirkenden Kräfte.

2. Werkzeuge der Nanotechnologie
Skizzieren Sie die Methode der Rasterelektronenmikroskopie (REM).

2. **Werkzeuge der Nanotechnologie**
- (a) Erläutern Sie die Methode der Rasterkraftmikroskopie sowie des dazu verwendeten Instrumentariums. [3 P]
- (b) Beschreiben Sie die unterschiedlichen Methoden zur Bestimmung der Topographie von Oberflächen bestehend aus „weichen“ organischen Materialien oder aus „harten“ anorganischen Festkörpern. [2 P]
- (c) Welche Bauart eines Rasterkraftmikroskops würden Sie empfehlen, um exemplarisch an einigen Stellen die oberflächliche Nanostruktur eines Flugzeugflügels zu bestimmen (ohne den Flügel zu zerstören). [2 P]
- (d) Erläutern Sie eine Methode zur Analyse der chemischen Zusammensetzung einer 10 nm dünnen Beschichtung eines Festkörpers und gehen Sie dabei auf die physikalische Grundlage der Methode ein. [3 P]

3. Nanostrukturierte Materialien

3. Nanostrukturierte Materialien
- (a) Geben Sie ein Beispiel sogenannter 0-dimensionaler Nanomaterialien und erläutern Sie die unterschiedlichen elektronischen Energiezustände dieser Nanoobjekte im Gegensatz zu makroskopischen Festkörpern oder Atomen. [2 P]
- (b) Geben Sie ein Beispiel eines sogenannten 1-dimensionalen Nanomaterials und erläutern Sie dessen Zusammensetzung und Gestalt. [2 P]
4. Selbstorganisierte Monoschichten (SAM)

Selbst-assemblierende Monoschichten (SAM)

Monoschichten (SAM)

- die unterschiedlichen Elektroden
zu makroskopischen Festkörpern oder
(b) Geben Sie ein Beispiel eines sogenannten 1-dimensionalen
Sie dessen Zusammensetzung und Gestalt.

4. Selbst-assemblierende Monoschichten (SAM)

- (a) Erläutern Sie die generelle Struktur einer selbst-assemblierenden Monoschicht und gehen Sie auf die dabei wirkenden Kräfte zwischen den molekularen Bausteinen ein sowie auf Parameter, die zu einem hohen molekularen Ordnungsgrad innerhalb der Schicht führen. [3 P]
- (b) Erläutern Sie die strukturellen Unterschiede zwischen SAM aus Thiolen und Silanen an den jeweiligen Festkörpersubstraten. [4 P]

5. Protein-Monoschichten

- (a) Erläutern Sie den kontrollierten Aufbau einer molekular definierten Protein-Monoschicht aus Streptavidin auf einer Gold-Sensoroberfläche. [4 P]
- (b) Welchen weiteren Aufbau der Oberfläche würden Sie empfehlen, um mit dem Sensor mit hoher Empfindlichkeit Antigene messen zu können. [1 P]
- (c) Welche Oberflächenfunktionalisierung einer Goldoberfläche würden Sie empfehlen, um eine möglichst dünne proteinabweisende Schicht aufzubauen? [2 P]

6. Propfpolymerisationen

- Man kann zwei Arten von Propfpolymerisationen klar unterscheiden. Benennen und erläutern Sie diese und gehen Sie dabei auf die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der beiden Herangehensweisen ein. Gehen Sie dabei kurz darauf ein, warum die maximal erreichbare Schichtdicke in einem Fall limitiert ist. [5 P]