

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 2 (2020)



Nano-bio Interactions

R. Reichenfelser, E. Punz, I.A. Joubert, M. Geppert, M. Himly

doi: [10.12681/osj.22599](https://doi.org/10.12681/osj.22599)

Copyright © 2020, R. Reichenfelser, E. Punz, I.A. Joubert, M. Geppert, M. Himly



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

To cite this article:

Reichenfelser, R., Punz, E., Joubert, I., Geppert, M., & Himly, M. (2020). Nano-bio Interactions. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(2). <https://doi.org/10.12681/osj.22599>

Nano-bio interactions

R. Reichenfelser¹, E. Punz¹, I.A. Joubert², M. Geppert² and M. Himly²

¹BG/BRG Schloss Wagrain, Vöcklabruck, Austria

²Dept. Biosciences, University of Salzburg, Austria

Abstract of poster presented orally in the moderated poster session at the International Open NanoScience Congress, 26.2.2019, Salzburg (www.uni-salzburg.at/ONSC)

Due to their extremely small size, nanoparticles display a unique set of characteristics, which differ significantly from bigger moieties. These characteristics also shape their interactions with biological entities. Their large surface-to-volume area, for instance, makes particles in the nano- and micro-range very reactive. Clubmoss spores are an example of naturally occurring microparticles. Due to their enhanced reactivity, they form an explosive flame upon ignition. The big surface area of nanoparticles allows, furthermore, increased binding of biomolecules, such as proteins and carbohydrates, which can form a biomolecule corona. Different types of interactions can facilitate the binding of molecules to the nanoparticle. However, these interactions are dependent on the particle properties. In the case of a positively charged particle, for example, negatively charged proteins will bind to the surface. A particle's protein corona, in turn, determines its biological properties. These nano-bio interactions can be analysed and/or visualized, for example, by gel electrophoresis. Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) can be used to determine the size of proteins bound to nanoparticles or calculate the percentage of protein bound to silver nanoparticles. Thereby, proteins in a solution are separated according to their molecular size by applying an electric charge, leading to protein migration through a gel matrix. The distinct properties of the structures in the nano-range are also harnessed by the plant and animal kingdom. The so-called lotus effect is a self-cleaning mechanism employed not only by plants such the Nelumbo, Tropaeolum and Alchemilla, but also by wings of certain insects (e.g. butterflies). A nano- or microscopic architecture thereby results in ultrahydrophobicity by reducing the adhesion force between the water droplet and the surface.

Keywords

Nanoparticles; Reactivity; Hydrophobicity; Biomolecule corona; Electrophoresis

Acknowledgments

This work was supported by the Sparkling Science project Nan-O-Style (SPA 06/270) of the Austrian Ministry of Education, Science and Research (BMBWF) and by the FeMINT project (FFG 870755) of the Austrian Ministry of Traffic, Innovation and Technology (BMVIT).



NanoBio-Interaktionen

Ramona Reichenfelser, BG/BRG Schloss Wagrain, Vöcklabruck, Austria

Was macht Nanomaterialien so multifunktional?

Veranschaulichung hoher Oberflächenaktivität durch Bärlappsporen

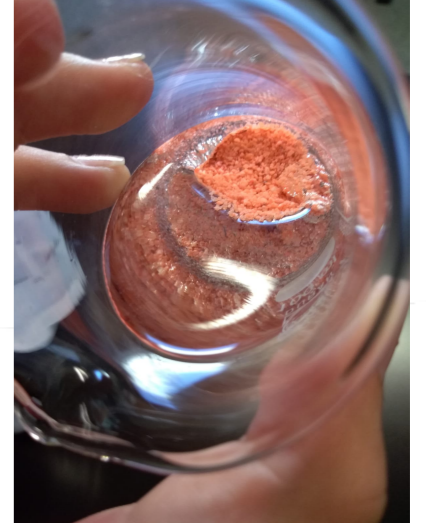
- Nanopartikel sind so klein, dass sie ganz andere Eigenschaften als größere Partikel besitzen. Sie haben aber eine sehr große Oberfläche und daher eine stärkere Reaktionsbereitschaft.
- Bärlappsporen sind natürliche Mikro-Partikel und deshalb sehr reaktionsfähig. Durch die Reaktionsfähigkeit entsteht eine Stichflamme wenn man die Sporen in eine Flamme bläst.
- Nanopartikel sind auch multifunktional. Als Beispiel gilt hydrophober Sand. Die nanostrukturierte Oberfläche bildet bei Wasserkontakt Luftbläschen, die das Wasser abstoßen. Dies wird in der Bekleidungsindustrie verwendet.



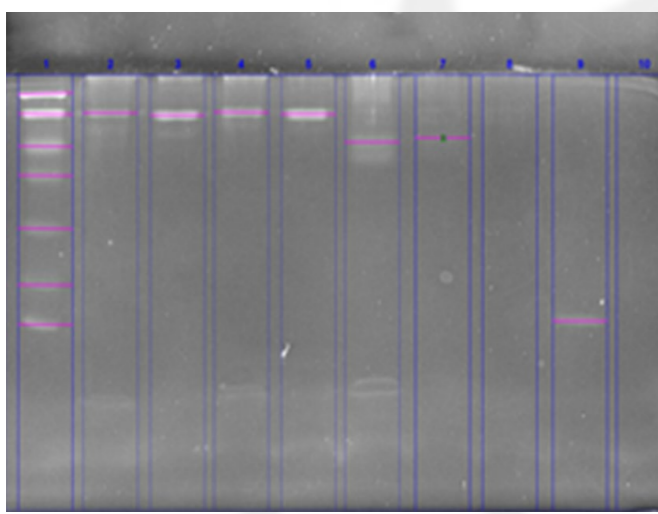
Bärlappsporen



Stichflamme mit Bärlappsporen



Hydrophober Sand



SDS-Gel mit Proteinbanden

| MW, kDa | Protein | Source | Ref. |
|---------|-----------------------|-------------------|------|
| 116.0 | β-galactosidase | <i>E. coli</i> | 2 |
| 66.2 | Bovine serum albumin | bovine plasma | 3 |
| 45.0 | Ovalbumin | chicken egg white | 4 |
| 35.0 | Lactate dehydrogenase | porcine muscle | 5 |
| 25.0 | REase Bsp98I | <i>E. coli</i> | 6 |
| 18.4 | β-lactoglobulin | bovine milk | 7 |
| 14.4 | Lysozyme | chicken egg white | 8 |

12% Tris-glycine SDS-PAGE

SDS-Gele zur Analyse von NanoBio-Interaktionen

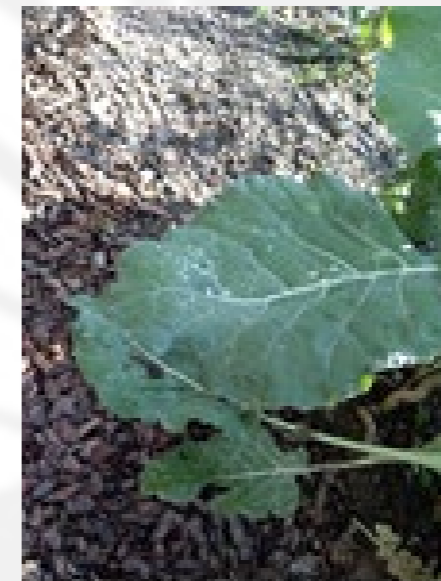
- Sie dienen zum Herausfinden der Größe bestimmter Proteine oder wieviel Prozent eines Proteins an Silbernanopartikel gebunden sind.
- Trenn- und Sammelgel werden zwischen zwei Glasplatten geleert; die Proteine werden in Taschen, die zuvor mit einem Kamm in das Gel gedrückt wurden, pipettiert.
- Die Gele werden elektrisch geladen und die Proteine wandern durch ihre Ladung geordnet nach unten.
- In einer Lösung wird das Gel gefärbt und anschließend wieder entfärbt.
- Mithilfe eines Computerprogrammes wird festgestellt, wieviel Prozent des Proteins an die Nanopartikel gebunden haben.

Nano in der Natur - hydrophobe Pflanzen

- Im botanischen Garten der Universität Salzburg konnten Untersuchungen zu den unterschiedlichen Oberflächenstrukturen verschiedener Pflanzen durchgeführt werden.
- Es gibt zwei Oberflächenarten, die Blätter wasserabweisend machen:
 - 1) glänzende, ölige Oberfläche (unabhängig von Nano)
 - 2) Oberfläche, die mit sehr dünnen feinen Härchen bestückt ist – diese Methode macht sich das „Nano-Prinzip“ zunutze, da die Wassertropfen das Blatt dank mikro- bzw. nanostrukturierten Oberfläche nicht benetzen können.

Testung:

Wasser auf die Blätter tropfen und beobachten, ob der Tropfen hängen bleibt oder abperlt (zwei Vertreter sind rechts im Bild).



Kohl (links) und Lippenblütler (rechts)

Biomolekül-Corona

In diesem Praktikum galt das Interesse hauptsächlich den Nanopartikeln, aber auch der Biomolekül-Corona. Durch die geringe Größe von Nanopartikeln und dem charakteristischen Volumen-Oberfläche Verhältnis haben Nanopartikel eine sehr große Oberfläche, an die Biomoleküle - wie zum Beispiel Proteine (färbig im Bild) - binden können. Dies wird durch diverse Wechselwirkungen ermöglicht. Die Bildung der Corona um ein Nanopartikel ist nicht willkürlich, sondern wird von den Eigenschaften des Nanopartikels bestimmt. Ist das Nanopartikel zum Beispiel positiv geladen, können negativ geladene Proteine an das Partikel binden. Die Protein-Corona definiert daher auch die biologischen Eigenschaften des Nanopartikels.

