

# Energieeffiziente Herstellung strukturierter Biokeramiken

PD Dr. Stephan E. Wolf, Sarah B. Haase MSc.

Lehrstuhl für Glas und Keramik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

## Keramische Hybridmaterialien in der Natur

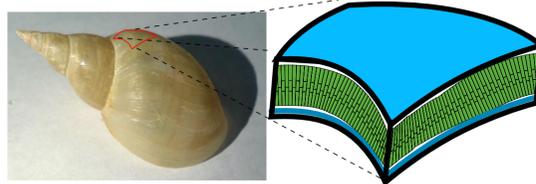
- Glasschwamm, Knochen, Zähne – evolutionär auf Energieeffizienz und Leistung optimiert, gebildet bei geringen Temperaturen (bis zu 4 °C)
- Schichtweise Variation der Zusammensetzung und lokalisierte Einbettung geringer Mengen Organik
- außergewöhnliche Eigenschaften
- weniger Material für gleiche Funktionsleistung benötigt

**Kontrast**

## Klassische synthetische Keramiken

- Synthese bei hohen Temperaturen (>1000 °C)
- Hohe Festigkeit, aber geringe Bruchzähigkeit
- Einbetten von Polymeren kaum möglich
- Mechanische Eigenschaften in alle Raumrichtungen gleich (Isotrop)

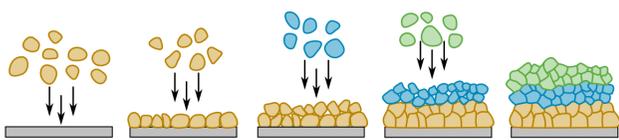
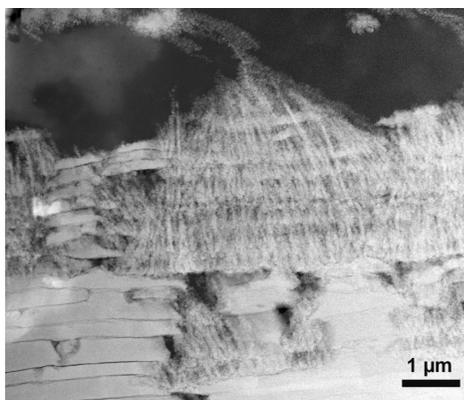
## Vorbild aus der Natur



## Unser Ansatz

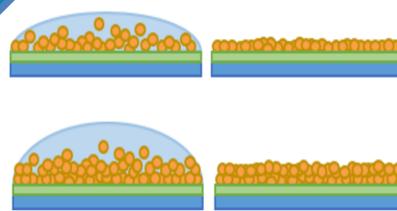
- Nachahmung der schichtweisen Synthese (engl.: *layer-by-layer*) von Biomineralen mit nichtklassischer Kristallisation, also der Bildung kristalliner Materialien über Selbstorganisation von Nanopartikeln in „reaktiven“ **Stadien durch *in situ*-Prozessierung**

## Schichtweise Ablagerung in Perlmutter



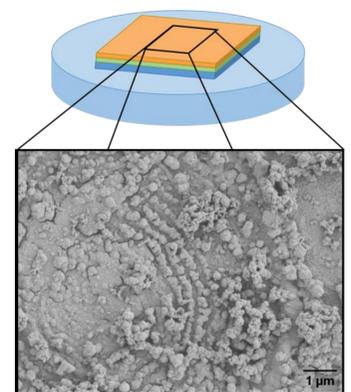
## Schichtweise Synthese mittels Spin Coater

- Verfahren, welches sich aus Prozessschritten des Auftropfens und Trocknens zusammensetzt



## Multilayer-Biokeramik

- Glassubstrat mit Polymerschicht und darauf die sich kontinuierlich entwickelnde Nanopartikelschicht



## Erreichtes Projektziel

- Etablierung eines bioinspirierten Syntheseweges für Hybridkeramiken durch einen energieeffizienten, ressourcenschonenden *layer-by-layer*-Prozess mittels nichtklassischer Kristallisation

## Literatur

- Gebauer, D., Wolf, S. E.: Designing Solid Materials from Their Solute State: A Shift in Paradigms toward a Holistic Approach in Functional Materials Chemistry. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, jacs.8b13231. <https://doi.org/10.1021/jacs.8b13231>.
- Hovden, R.; Wolf, S. E. et al.: Nanoscale assembly processes revealed in the nacreprismatic transition zone of *Pinna nobilis* mollusc shells, *Nature Communications*, **6**, 1, 10097, 2015.
- Wegst, U. G. K., Bai, H., Saiz, E., Tomsia, A. P. & Ritchie, R. O.: Bioinspired structural materials, *Nat. Mater.*, Volume 14, Seite 23–36, 2014