

# Biomimetik: Vorbild für Mehrschichtmaterialien

## Biomimetics: a role model for multi-layer materials

### Ausgangssituation

Für viele technische Anwendungen muss eine feine Balance aus Steifigkeit und Zähigkeit gefunden werden. Werkstoffe mit hoher Steifigkeit haben dabei oft den Nachteil, dass sie ein sehr sprödes Bruchverhalten aufweisen. Viele biologische Materialien hingegen sind zugleich steif und zäh, was ihrer filigranen Mikrostruktur zuzuschreiben ist. Das Skelett des Tiefseeschwammes *Euplectella aspergillum* besteht beispielsweise zu mehr als 99 % aus  $\text{SiO}_2$  (Bioglas) und ist durchsetzt mit hauchdünnen, konzentrischen Proteinschichten. Diese Schichten wirken als Rissstopper und verleihen dem Glasskelett eine bemerkenswerte Zähigkeit.



Skelett eines Tiefseeschwammes bestehend aus verbundenen Einzelfilamenten

### Nachahmung der Natur

Im Rahmen eines FFG-Bridge Projektes soll nun erforscht werden, ob derartige Konzepte auch für polymere Werkstoffe adaptiert werden können. Dabei werden hochgradig mineralisch verstärktes und zähigkeitsmodifiziertes Polypropylen anstelle von Bioglas und Protein eingesetzt. Durch Methoden der elastisch-plastischen Bruchmechanik kann gezeigt werden, dass die weichen Zwischenschichten ein signifikantes Hindernis für das Wachstum von Rissen darstellen.

### Anwendung

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in Verbindung mit FE-Simulationen die Auslegung eines optimierten Mehrschichtverbundes ermöglichen.

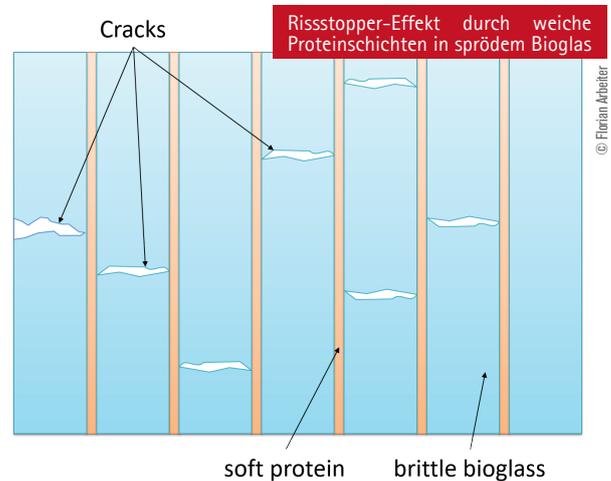
chen. Als Resultat werden besonders widerstandsfähige Werkstoffe mit gezielter Schichtarchitektur erwartet. Dadurch können neue Anwendungsgebiete für Kunststoffe erschlossen oder bestehende Herausforderungen effizienter und ressourcenschonender bewältigt werden.

### State of the art

For many technical applications, a fine balance between stiffness and toughness must be found. In many cases materials with high stiffness also exhibit a very brittle fracture behaviour. In contrast, many biological materials are both tough and stiff. This is mainly attributed to their intricate microstructure. The skeleton of the deep sea sponge *Euplectella aspergillum* is predominantly composed of bioglass (> 99 %  $\text{SiO}_2$ ) with thin and concentric layers of protein spread throughout the material. These interlayers act as crack-arresters and grant the glass skeleton a remarkable toughness.

### Mimicry of nature

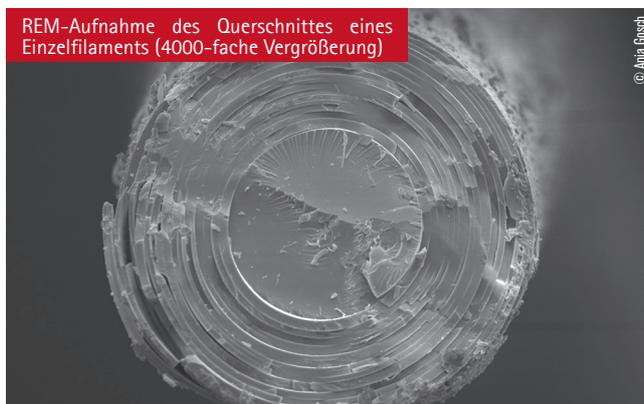
The feasibility to adapt such concepts for polymeric materials shall now be investigated within the scope of a FFG-bridge project. Therein, highly mineral reinforced polypropylene and toughness-modified polypropylene are used



- instead of bioglass and protein. Using methods from elastic-plastic fracture mechanics it could be demonstrated that the soft interlayers pose a significant barrier for crack growth.

### Application

These experimental findings in conjunction with FE-simulation enable the design of an optimized multi-layer composite. Resistant materials with a specific layer architecture are the expected outcome. Using these materials opens up new fields of application for plastics. Moreover, existing challenges can be overcome with a higher cost- and resource-efficiency. ■



REM-Aufnahme des Querschnittes eines Einzelfilaments (4000-fache Vergrößerung)

### Auf einen Blick

Förderung: FFG - Bridge  
 Projektpartner: ESI, MCL

### Ansprechpartner



Dr. Florian Arbeiter  
 florian.arbeiter@unileoben.ac.at  
 +43 3842 402 2122