

Biologische Materialien und Biomimetik

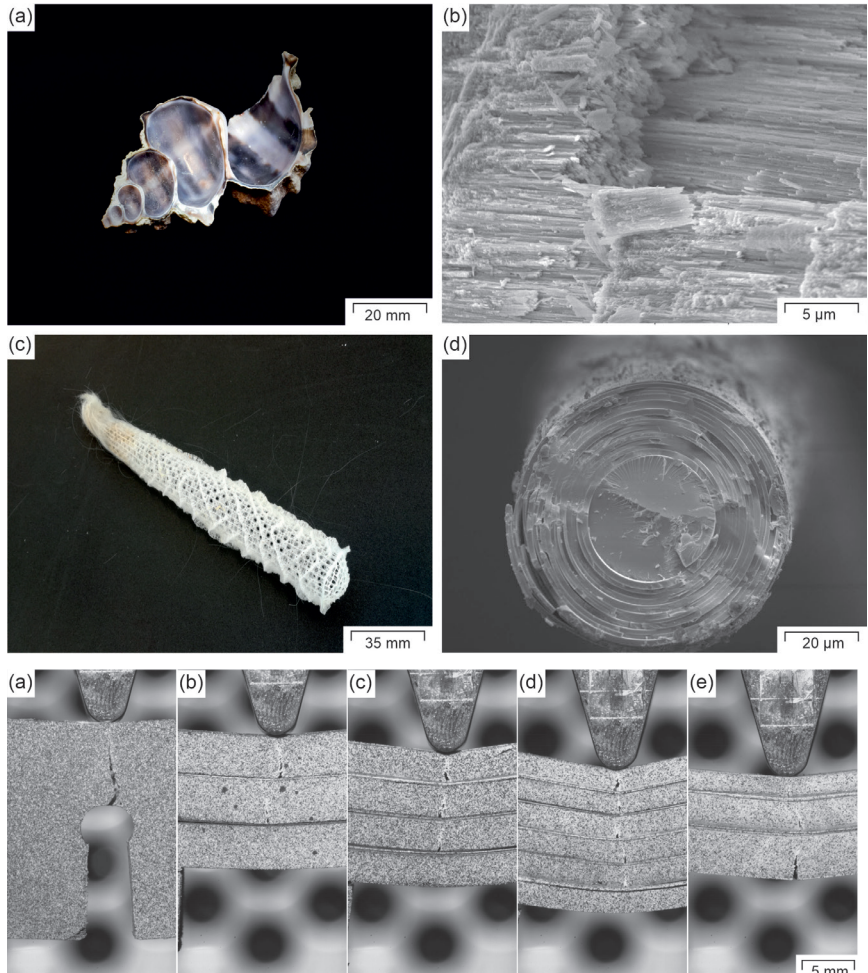
Biological materials and biomimicry

In vielen technischen Anwendungen muss der bestmögliche Kompromiss zwischen hoher Festigkeit, Steifigkeit und Zähigkeit eingegangen werden. Steife und hochfeste Materialien brechen unter Belastung spröde, andere wiederum sind sehr zäh und flexibel, können dafür aber nur geringe Lasten ertragen und sind relativ nachgiebig.

Biologische Materialien scheinen sich nicht an diese Limitierungen halten zu müssen und sind sowohl steif und fest als auch erstaunlich zäh. Das Geheimnis hinter dem herausragenden Eigenschaftsprofil ist meist eine komplexe Mikrostruktur aus harten und weichen Komponenten. Gut erforscht ist z. B. Perlmutter, das eine "Brick-and-Mortar" Struktur aus Aragonitplättchen und Proteinen aufweist. Gewisse Tiefseeschwämme besitzen auch ein Skelett, welches aus konzentrischen Ringen aus Bio-Glas und Protein besteht. In beiden Fällen gilt dasselbe Prinzip: Die weichen Proteinschichten stoppen wachsende Risse und schützen dadurch die lasttragenden Hartkomponenten. Das führt schlussendlich zu einem Zähigkeitsgewinn.

Inspiziert von der Struktur der Tiefseeschwämme wurden ähnliche Strategien angewandt, um die Bruchzähigkeit von technischen Materialien zu erhöhen. Anhand von bruchmechanischen Versuchen an Polypropylen-basierten Mehrschichtverbunden wurden die zugrundeliegenden Bauprinzipien erarbeitet und Gestaltungsrichtlinien abgeleitet. Bei Einhaltung dieser Richtlinien kann Risswachstum ebenfalls aufgehalten werden, wodurch die Zähigkeit deutlich erhöht wird, während die Steifigkeit erhalten bleibt.

In many technical applications, the best possible compromise must be made between high strength and stiffness and toughness. Stiff and high-strength materials break brittle under load, while others are very tough and flexible, but can only bear low loads and are relatively compliant.



Biological materials appear to be excluded from these limitations and are stiff, strong and surprisingly tough. The secret behind this excellent portfolio of properties is usually a complex microstructure made of hard and soft components. One well known example is nacre, which has a "brick-and-mortar" structure of aragonite platelets and proteins. Some deep-sea sponges also have skeletons, that consist of concentric rings of bio-glass and protein. The same basic principle applies to both cases: Soft protein layers stop growing cracks and protect the load bearing hard components. Ultimately, this leads to increased fracture toughness.

Inspired by the structure of deep-sea sponges, similar strategies were employed to increase the fracture toughness of engineering materials. Fracture mechanical experiments were conduc-

ted on polypropylene based multilayer composites in order to investigate the underlying mechanisms and deduce design guidelines. If these guidelines are followed, it is possible to stop growing cracks. As a result, toughness can be increased dramatically while maintaining stiffness. ■

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Dr. mont. Johannes Wiener
 johannes.wiener@unileoben.ac.at
 +43 3842 402-2134