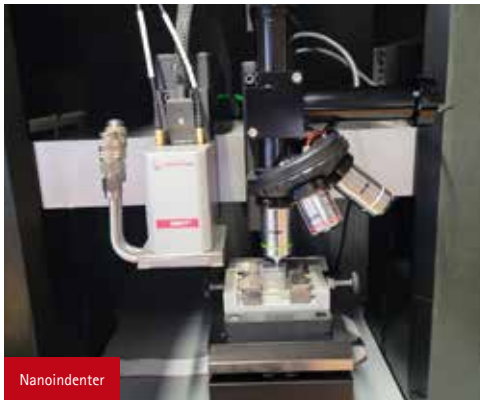


# Messmethoden im Mikrometerbereich

## Measurement techniques for the micrometer range

Heutzutage gibt es eine Fülle von Wegen Verbundwerkstoffe in allen möglichen Geometrien zu erzeugen, und es scheint, als setze nur noch die Phantasie Grenzen. Doch auch der dünnste Folienverbund, oder das komplizierteste Mehrphasenmaterial, sollte komplett erfasst und charakterisiert werden können. Eine Methode, mit welcher es möglich ist, die tatsächlichen Eigenschaften in sehr kleinen Bereichen zu messen, ist die Nanoindentierung.



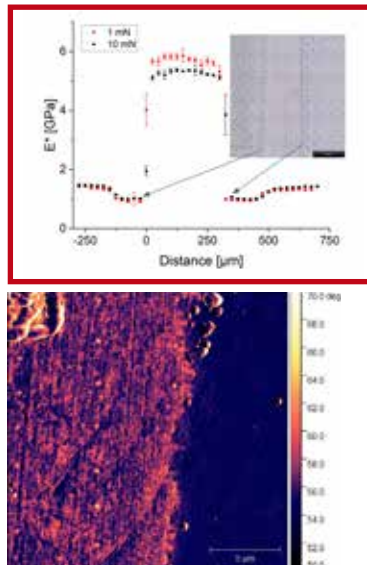
### Geschichtete Proben

Bei diesem Verfahren wird mit kleinsten Kräften ( $\mu\text{N}$  bis  $\text{mN}$ ) ein Eindringkörper, meist eine dreiseitige Pyramide mit einem bestimmten Öffnungswinkel auch bekannt als „Berkovich Indenter“, in die Probe gedrückt, und dabei die Kraft-Weg-Kurve gemessen. Aus dieser können neben einem Wert für Härte auch lokale Steifigkeitswerte errechnet werden. Ein Beispiel für eine derartige Messung an einen Mehrschicht-Kraftstoff-tank aus Kunststoff ist in den Bildern dargestellt. Derartige, lokal bestimmte, Materialeigenschaften ermöglichen ein viel detaillierteres Verständnis der Eigenschaften des Gesamtverbundes.

### Noch ein wenig kleiner

Wenn selbst die Auflösung einer Nanoindentierung nicht mehr ausreichend ist, kann auf die Verwendung eines Rasterkraft-Mikroskops zurückgegriffen werden. Neben der Vermessung der Oberfläche im  $\text{nm}$ -Maßstab, besteht

hier ebenfalls die Möglichkeit einer Indentierung, die ähnlich der Nanoindentierung verläuft. Weiters kann eine Fülle an Methoden, die für eine Charakterisierung selbst kleinster Phasen geeignet ist herangezogen werden. Analog zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften im kleinsten



Maßstab, ist es auch Ziel des Projektes diese Messmethoden auf bruchmechanische in-situ Versuche auszuweiten.

Through the ongoing development in production techniques, it seems that there is no limit in shape and composition of composite materials. But even the thinnest multilayer composite has to be measured and characterized. One of the methods used for this kind of characterization is the nanoindentation.

### Layered samples

Small forces ( $\mu\text{N}$  to  $\text{mN}$ ) are used to press an indenter into the sample and record the force-displacement graph. Most of the times a Berkovich indenter, a three-sided pyramid with a certain opening angle, is used. Mechanical values like the hardness and comparative values proportional to the elastic modulus can be calculated from this

graph. In the picture such a measurement on a multi-layer fuel tank made out of polymers is shown. Such, locally determined, material properties allow a much more detailed understanding of the properties of the overall composite.

### Even smaller

In case the resolution of nanoindentation is not sufficient, an atomic force microscope can be used. In addition to measuring the surface with  $\text{nm}$  resolution, and the possibility of using an indentation technique, similar to nanoindentation, a wealth of other techniques can be used to characterize even the smallest phases. Analogous to the determination of mechanical properties on the smallest scale, the aim of this project is to optimize and refine these methods for polymers and to extend them to in-situ fracture mechanics tests. ■

### Auf einen Blick

Förderung: FFG COMET K1  
 Projektpartner: MUL - WPK, PCCL

### Ansprechpartner



**Dipl.-Ing. Michael Huszar**  
 michael.huszar@unileoben.ac.at  
 +43 3842 402 2136



**Priv.-Doz. DI Dr. mont. Florian Arbeiter**  
 florian.arbeiter@unileoben.ac.at  
 +43 3842 402 2122