

nik eingenommen (z. B. GFK) und spielen im biologischen Raum an vielen Stellen eine wesentliche Rolle (z. B. in Knochen).

Eine Verbindung anorganischer und organischer Struktureinheiten auf molekula-rem Niveau erfordert die Entwicklung geeigneter Synthesewege, da z. B. ein einfaches „Verschmelzen“ von anorganischen (z. B. Glas) mit organischen Polymeren sowohl aus thermischen, aber auch aus Entmischungsgründen nicht möglich ist. Einen Ausweg bietet der Herstellungsprozeß anorganischer Materialien über Kondensationsreaktio-nen von anorganischen Monomeren oder Oligomeren, bei denen der strukturelle Auf-bau des anorganischen Grundgerüsts unter milden Bedingungen erfolgt (Chemie in Lösungsphase, Sol-Gel-Prozeß). Dieses Syntheseprinzip gestattet den Einbau verschie-denster organischer Komponenten und damit eine Variation des rein anorganischen Netzwerkes zum anorganisch-organischen Polymer hin (organically modified cera-mics = ORMOCERSs). Die Vielfalt dieses Prinzips ergibt sich sowohl aus der hohen Anzahl an verwendbaren Komponenten als auch aus der Möglichkeit der strukturellen Variation. Typische Vertreter anorganischer Komponenten (z. B. aus dem Bereich Glas und Keramik), die für solche Kombinationen herangezogen werden können, sind oxi-dische Materialien wie SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 und Kombinationen derselben. Organi-sche Gruppen können z. B. eine netzwerksmodifizierende Funktion ausüben. Dabei werden Verknüpfungsstellen zwischen anorganischen Bauteilen blockiert und der Bin-

dungsgrad erniedrigt. Über eine $\equiv\text{Si}-\overset{\text{C}}{\text{---}}$ -Bindung können z. B. fast beliebige organi-

sche Reste in das anorganische Grundgerüst eingeführt und die chemischen, aber auch andere Eigenschaften modifiziert werden. Führt man während der anorganischen Synthesereaktion gleichzeitig eine Polymerisation organischer Monomere oder die Vernetzung organischer Oligomere durch, so erhält man Materialien, die sowohl ein anorganisches als auch ein organisches Polymergerüst enthalten. Die beiden Gerüste können ineinander verknüpft oder unverknüpft vorliegen oder noch zusätzlich durch organische Gruppen modifiziert werden.

Durch die richtige Wahl der Komponenten lassen sich gewünschte Eigenschafts-profile in sehr weiten Bereichen maßschneidern. Dies betrifft mechanische, chemi-sche, elektrische und optische Eigenschaften.

Ergebnisse im Hinblick auf konkrete Werkstoffentwicklung sind, gemessen an dem riesigen Potential, das das Prinzip bietet, noch relativ selten. Die vorhandenen Daten zeigen jedoch sehr interessante neue Aspekte. Einige Beispiele hierfür sind: Polymere mit hohen Zugfestigkeiten, Beschichtungen mit hoher Abriebsbeständigkeit und guten optischen Eigenschaften, Polymere bzw. Composite mit niedriger Gas- und H_2O -Durchlässigkeit, Polymere mit speziellen elektrischen (z. B. Ionenleitfähigkeit), opti-schen (Brechzahl, Farbe) oder sensitiven (spezielle selektive Wechselwirkung mit zu detektierenden Komponenten) Eigenschaften. Hervorzuheben ist, daß das Werkstoff-prinzip aufgrund seiner Variantenvielfalt erst am Anfang seiner Entwicklung steht. Die bisherigen Ergebnisse rechtfertigen jedoch die Voraussage, daß hier noch ein brei-tes Potential in einem neuen Werkstoffbereich vorhanden ist, das es auszuschöpfen gilt.

2.10 Anorganische-organische Polymere

H. SCHMIDT

Die Verbindung zwischen Bausteinen typischer nichtmetallischer anorganischer Werk-stoffe und Bausteinen typischer organischer Polymere auf molekularer Ebene eröffnet interessante neue Perspektiven der Werkstoffsynthese. Derartige „Hybride“ in Form von (makroskopischen) Kompositen haben inzwischen einen festen Platz in der Tech-