

Strukturverhalten sehr gut beschreiben kann. Am Beispiel von Berechnungen von Tunnelschalen wird das entwickelte Materialgesetz zur physikalisch nichtlinearen Schnittgrößenermittlung im Rahmen von Bemessungsaufgaben verwendet. Durch das Verfahren der nichtlinearen Schnittgrößenermittlung ist es möglich, die tatsächlich in einem Tragwerk vorliegenden Steifigkeitsverhältnisse realistisch abzubilden, um gegenüber linearen Verfahren bessere und genauere Ergebnisse bezüglich Beanspruchung und Verformung zu erhalten. Gerade bei Tunnelschalen können somit große Umlagerungspotentiale des Tragsystems Tunnelschale-Boden im Rahmen einer Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ausgenutzt werden.

Außerdem wird in der Dissertation der Modified Tension Test (MTT) vorgestellt. Der neuartige Zugversuch zur experimentellen Untersuchung des einaxialen Zugtragverhaltens wird erstmalig für Stahlfaserbeton verwendet. Die einaxialen Materialparameter können, wie beim Zugversuch, direkt aus den Versuchsergebnissen abgelesen werden. Die praktische Durchführung des MTT gestaltet sich dabei wesentlich einfacher als die des direkten Zugversuchs.

*Bernhard Thomée*

**Dr. Bernhard Thomée**  
Lehrstuhl für Statik  
Tel.: 089/289-22152  
thomee@bv.tum.de

## Bioreaktoren en miniature

**Am Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik der TUM in Garching (Prof. Dirk Weuster-Botz) sind neuartige Bioreaktoren entwickelt worden, mit denen sich biologische Produktionsprozesse künftig wesentlich effizienter durchführen lassen. Den TUM-Wissenschaftlern gelang es erstmalig, großtechnische biologische Produktionsprozesse in den Millilitermaßstab zu übertragen.**

Bisher waren zur Bioprozessentwicklung viele hintereinander durchgeführte Experimente in einzelnen Bioreaktoren in Labor und Technikum erforderlich, jetzt können die neuen miniaturisierten Bioreaktoren auf der Laborbank in großer Anzahl parallel betrieben werden. Das verkürzt die Dauer der Prozessentwicklung erheblich. Der in Zusammenarbeit mit der H+P Labortechnik AG konzipierte Bioreaktorblock (»Personal Biotechnikum«) ist nur etwa so groß wie ein Schuhkarton, enthält aber 48 parallele Rührkesselreaktoren mit einem Arbeitsvolumen von je zehn Millilitern. Auch die industrielle Herstellung biologischer Produkte erfolgt in Rührkesselreaktoren - allerdings sehr viel größeren. Mit Hilfe des Bioreaktorblocks lassen sich zukünftig bereits im Labor wichtige Einflussgrößen wie die Nährstoffversorgung unter technischen Bedingungen untersuchen.

Heute werden bereits viele Bioprodukte mit mikrobiellen Verfahren hergestellt, beispielsweise für die Futtermittelindustrie und als Wirkstoff für Arzneimittel und Medikamente. Aktuellen Schätzungen zufolge wird der Anteil biotechnologischer Verfahren von derzeit unter fünf Prozent am gesamten Chemiemarkt weltweit bis 2010 auf 20 Prozent steigen - ein Wert, der sich nur mit dem Einsatz neuer, leistungsfähiger Techniken für die Entwicklung biologischer Produktionsprozesse realisieren lässt.



Die H+P Labortechnik AG aus Oberschleißheim hat die neuen parallelen Bioreaktoren mittlerweile in Lizenz übernommen und plant die baldige Markteinführung zusammen mit der eigenen magnetisch-induktiven Antriebstechnik. Gemeinsam mit weiteren Industriepartnern soll die Technik weiterentwickelt werden. Unter anderem will man den Bioreaktorblock mit einem Sensorblock zur parallelen Erfassung wichtiger Messgrößen, einem Pipettierroboter und einer neuen Prozessmanagement-Software für parallele Bioproduktionsprozesse ausstatten.

Nicht viel größer als ein Schuhkarton ist der Bioreaktorblock, hier auf der Arbeitsfläche eines Laborroboters installiert. Unterhalb der ersten Reihe der transparenten Bioreaktoren befindet sich ein erster Prototyp eines Sensorblocks (schwarzer Stab), mit dessen Hilfe sich in diesen acht Bioreaktoren wichtige Messgrößen durch ein optisches Verfahren »nicht-invasiv« erfassen lassen.

Foto:  
*Andreas Kusterer*

*is*

**Prof. Dirk Weuster-Botz**  
Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik  
Tel.: 089/289-15712  
d.weuster-botz@lrz.tum.de