

# Selbsttragende Strukturen und deren Fertigung durch Rapid Tooling

Trenke, D.; Estrin, J.

*Wissenschaftlern der TU Clausthal und der Universität von West-Australien ist es gelungen, aus einzelnen Elementen zusammengesetzte Strukturen zu entwickeln, die sich ohne Verbindungselemente oder Bindemittel selbst tragen. Realisiert werden diese Strukturen, in dem die Geometrie der einzelnen Elemente ihre Selbstverzahnung untereinander und damit der Gesamtstrukturen bewirkt. Ersetzt werden können hierdurch z. B. mittels Füge-technik zusammengesetzte Strukturen.*

Scientists from Clausthal University of Technology and the University of Western Australia succeeded in developing composed structures which are able to support themselves without connectors or a binder. These structures are produced by interlocking the individual elements of special geometry which results in the coherence of the entire structure. Hereby it is possible to replace the conventional joining techniques.

## 1 Prinzip der selbsttragenden Strukturen

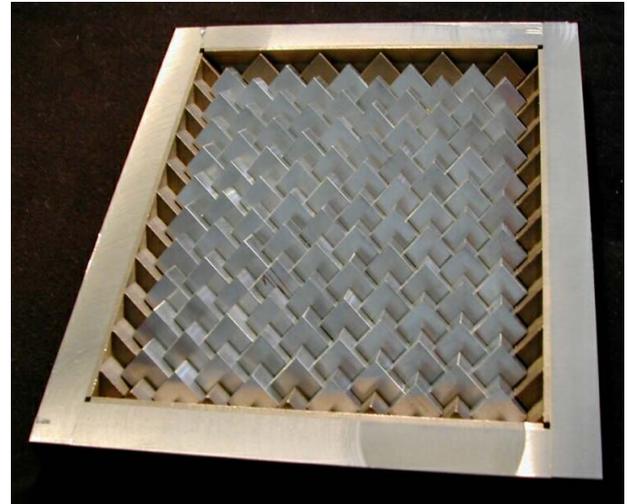
In Zusammenarbeit des Instituts für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik mit dem Institut für Maschinenwesen wurden an der TU Clausthal aus einzelnen Elementen zusammengesetzte Strukturen entwickelt, bei denen die Geometrie der Elemente ihre topologische Selbstverzahnung in der Gesamtstruktur bewirkt.

Diese selbsttragenden Strukturen können daher ohne Verbindungselemente oder Bindemittel aufgebaut werden. Äußeren Halt erfahren die lose aneinander anliegenden Elemente durch einen Rahmen, der die Gesamtstruktur umschließt. Durch die Vorspannkraft des Rahmens kann die Biegeelastizität der Struktur gezielt beeinflusst werden (siehe **Bild 1**).

Des Weiteren können die Eigenschaften der Strukturen durch das Einsetzen von geometrisch identischen aber aus verschiedenen Materialien bestehenden Elementen gezielt variiert werden. Die Geometrie der Elemente kann z. B. rohrförmig, polyederförmig oder osteomorph sein.

Eine weitere Besonderheit dieser Strukturen ist, dass bei bestimmten Elementgeometrien einzelne Elemente aus dem Verbund entfernt werden kön-

nen (bis zu über 50 %), die Gesamtintegrität der Struktur aber erhalten bleibt /1/.



**Bild 1:** aus Wüfelementen bestehende Struktur

## 2 Fertigung der Strukturen

Zur Herstellung der komplexen Geometrien eignet sich insbesondere (und teilweise ausschließlich) das Fertigungsverfahren des Rapid Toolings, welches am Institut für Maschinenwesen angewendet und weiterentwickelt wird.

Durch das schichtweise, generierende Lasersintern der Strukturelemente ist es möglich, die am Computer entwickelten und konstruierten Bauteile unmittelbar in reale Elemente umzusetzen. Hierdurch lassen sich kostengünstig und innerhalb kürzester Zeit die verschiedensten Geometrien fertigen.

Durch die Wahl der Sinterparameter und Sinterwerkstoffe werden die Eigenschaften der selbsttragenden Strukturen ebenfalls gezielt beeinflusst. Hierzu zählen z. B. die Porosität, Oberflächenrauigkeit, Festigkeit und Elastizität der einzelnen Bausteine.

Als Sinterwerkstoffe werden am Institut für Maschinenwesen verschiedenste Metallpulver wie z.B. Bronze, Stahl, Kupfer, usw. aber auch Keramiken eingesetzt.

Zudem ist es möglich, die Strukturelemente als Verbundstrukturen aus unterschiedlichen Materialkombinationen (z.B. Metall/Keramik) durch das Lasersintern herzustellen /1/.

In **Bild 2** sind beispielhaft lasergesinterte Strukturelemente dargestellt, deren Geometrie aus einer „verdrehten“ Rohrform bestehen.



**Bild 2)** lasergesinterte Strukturelemente

Die einzelnen Elemente können unterschiedliche Wandstärken besitzen, wobei eine dünnwandige Ausbildung zur Schaffung einer großen Oberfläche bei geringer Masse von Vorteil ist. Des Weiteren können die Elemente eine beliebige Gestaltung ihrer inneren Oberfläche aufweisen und mit verschiedensten Wirkstoffen befüllt werden.

Durch das beschriebene Verfahren des Rapid Toolings lässt sich die Porosität der Elementwänden gezielt einstellen und bei Bedarf eine hohe Permeabilität erzielen.

Durch Elemente unterschiedlicher Länge können auch gekrümmte Strukturen bzw. eine Verankerung von übereinander liegender Strukturebenen erzeugt werden /2/.

### 3 Anwendungsgebiete der Strukturen

Aufgrund des Wirkprinzips der sich selbsttragenden Strukturen kann diese Technologie die verschiedensten Anwendung finden: das Spektrum reicht dabei von der Bauindustrie (Fundamente, Gehwegplatten, Tunnelbau usw.), über die Sicherheitstechnik (Sicherheitstüren- und Wände) und der chemischen Industrie (Katalysatoren, Ölabscheider, usw.) bis hin zum Maschinenbau (Torsionselemente) und der Luft- und Raumfahrt (Kachelbefestigung von Raumfähren).

Da es sich bei den selbsttragenden Strukturen um ein neu entwickeltes bzw. neu aufgestelltes Prinzip

handelt, ist die Anwendung zunächst ohne die Anschaffung von neuen Geräten oder Fertigungsanlagen möglich. Im Vordergrund steht die Übertragung und Implementierung der Technologie in bereits vorhandene Industriezweige (z. B. Fügetechnik).

Weitere Einsatzbereiche ergeben sich, wenn es möglich ist, die auf der makroskopischen Ebene vorliegenden Strukturen auf die mikroskopische oder sogar molekulare Ebene zu übertragen.

Die bei der Herstellung der Strukturelemente gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet des Rapid Toolings (Beeinflussung von Bauteileigenschaften durch modifizierte Sinterstrategien und Sinterwerkstoffe) lassen sich ebenfalls auf verschiedene Anwendungen transferieren. Hierzu gehören der Formenbau (verschleißbeständigere Kavitäten) oder aber die Automobilindustrie (Herstellung von hochfesten Funktionsprototypen).

Durch das Fertigen von porösen Elementen ist auch eine Anwendung im Anlagenbau (z. B. Filtertechnik) und im Akustikbereich (Schwingungsdämpfung, Schallabsorption) denkbar /1/.

### 4 Zusammenfassung

Das von der TU Clausthal patentierte Verfahren /2/ einer selbsttragenden Struktur ermöglicht es, konventionelle Füge- und Verbindungstechniken zu ersetzen und erschließt gleichzeitig zahlreiche neue Anwendungsgebiete. Dies gilt insbesondere bei der Herstellung der Strukturelemente durch das Rapid Tooling, da hierdurch Geometrien und Bauteileigenschaften möglich sind, die durch kein anderes Verfahren gefertigt werden können.

Das Prinzip der selbsttragenden Strukturen und Anwendungsbeispiele werden vom IMW und dem IWW auf der Hannover Messe Industrie (2004) vorgestellt.

### 5 Literatur

- /1/ Trenke, D.; Estrin, J.: Exponatbeschreibung Hannover Messe 2004, Selbsttragende Strukturen aus selbstverzahnten Bausteinen und deren Herstellung durch Rapid Tooling, IMW, IWW Clausthal 2003
- /2/ Patentschrift DE-10223796C1 „Aus Elementen zusammengesetzte Struktur und Verfahren zu seiner Herstellung“, TU Clausthal 2003