

Erweiterung der Fertigungsmethoden für Systeme aus topologisch selbstverzahnten Elementen

Söver, A.

Das Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik entwickelt unter der Leitung von Prof. Dr. rer. nat. habil. Juri Estrin sogenannte „topologisch selbstverzahnte Elemente“. Dies sind Körper mit einer spezifischen Form und Struktur, welche, in einer bestimmten Weise angeordnet, eine steife Struktur bilden, die besondere Eigenschaften besitzt. Das IMW untersucht in Zusammenarbeit mit dem IWW, wie die Fertigungsmethode der Elemente und ganzer topologisch verzahnter Systeme verbessert werden kann.

The Institute for Material Science and Technology headed by Prof. Dr. rer. nat. habil. Juri Estrin develops "Interlocked Elements". The interlocked elements are small elements with a certain shape and structure which, in a specific arrangement, build a stable structure. The IMW in cooperation with IWW looks into new ways to design and manufacture these interlocking structures.

1 Einleitung

Seit ca. vier Jahren werden am IWW topologisch selbstverzahnte Strukturen untersucht. Das Prinzip dieser Verzahnung besteht darin, dass Körper allein auf Grund des Formschlusses, ohne weitere Verbindungsmittel, zusammen halten. Jedes Einzelelement einer solchen selbstverzahnten Struktur wird von seinen Nachbarelementen gehalten **Bild 1**. Die lose aneinander liegenden Randelemente werden durch einen Rahmen gehalten, der die Gesamtstruktur gezielt beeinflussen kann **Bild 3**.

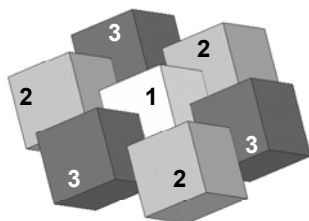


Bild 1: Anordnung der Würfelemente
1 - Zentralelement
2,3 - Nachbarn

Wie man in **Bild 1** sehen kann, wird das Zentralelement (1) von seinen Nachbarn (2 und 3) in allen drei Richtungen festgehalten. Die Elemente für die selbstverzahnten Strukturen können verschiedene

Geometrien haben, wie z.B.: Tetraeder (a), Würfel (b), Oktaeder (c), Dodekaeder (d), rohrförmige Körper (e) u.s.w. **Bild 2**.

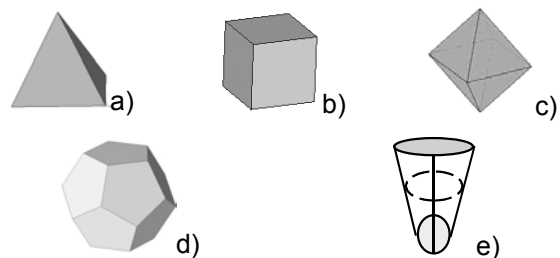


Bild 2: Geometrie der Elemente

Durch die Wahl der Geometrie kann man die Komplexität und die Eigenschaften der Struktur variieren. Einige Elemente lassen sich einfach zusammenbauen, andere brauchen eine spezielle Grundplatte. Ein Rahmen, der die Struktur zusammenhält, wird immer benötigt. Da die Elemente in den verzahnten Strukturen nicht mechanisch miteinander verbunden werden, können sie ihre zugehörigen Freiheitsgrade bei der Bewegung eines Festkörpers behalten. Dies führt zu einer besonderen Elastizität der Struktur.

2 Topologisch selbstverzahnte Struktur aus Würfelementen

In **Bild 3** ist eine topologisch selbstverzahnte Struktur aus Würfelementen dargestellt. Der Rahmen der Struktur soll die letzte Reihe der Elemente in alle Richtungen festhalten.

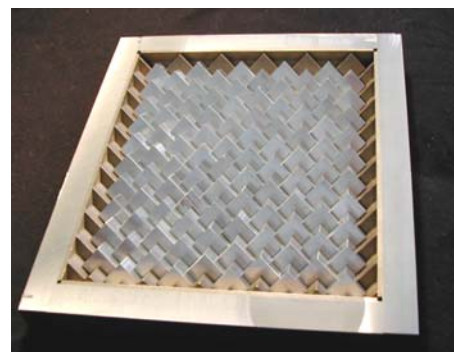


Bild 3: Struktur aus Würfelementen

Zur Herstellung einer Verbundlage aus Würfelementen wird eine bestimmte Grundplatte (Muster) benötigt, in die man die Elemente einsetzt und mit dem Rahmen einspannt.

Die Rahmenteile der Struktur sind sehr wichtige Bauteile, da sie alle Elemente zusammen halten und durch ihre einspannende Wirkung die ganze Struktur beeinflussen. Wegen der Anordnung der Elemente müssen die Rahmenteile so eine Form haben, dass sie mit der letzten Reihe der Elemente zusammenpassen. Dies führt zu einer komplizierten Geometrie des Rahmens. **Bild 4** zeigt eine Grundplatte und die zugehörigen Rahmenelemente.



Bild 4: Grundplatte und Rahmen der Würfelstruktur
Bis jetzt ist das Rapid Prototyping die einfachste und schnellste Methode, diese komplexen Elemente (Grundplatte und Rahmen **Bild 4**) herzustellen. Durch das schichtweise generierende Lasersintern der Strukturelemente ist es möglich, die am Computer entwickelten Bauteile unmittelbar in reale Elemente umzusetzen.

3 Fertigung durch Elektroerosionsverfahren

Ausgehend davon, dass die Elemente (hier Würfel) eine einfache Geometrie haben, wurden am IMW andere Herstellungsmöglichkeiten untersucht. Dabei geht es um Verfahren, die jeder Firma zur Verfügung stehen und die auch günstiger sind. Eine solche Fertigungsmethode kann das Funkenerosionsverfahren sein, welches durch eine Elektrode die Würfelgeometrie kopieren und in den Rahmen "prägen" kann.

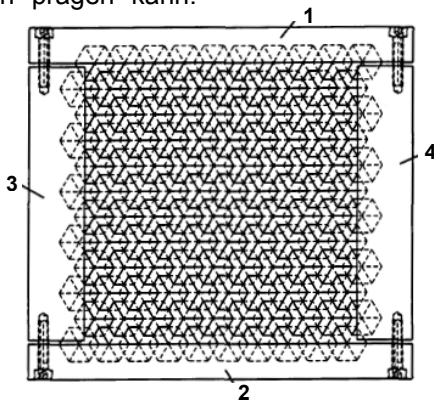


Bild 5: Struktur aus Würfelementen - Skizze

In **Bild 5** ist eine 2D-Zeichnung der Würfelstruktur dargestellt. Erkennbar ist, dass Rahmenteile 1 und

2 symmetrisch sind, genau wie Rahmenteile 3 und 4. In **Bild 6** kann man den Funkenerosionsprozess sehen, welcher mit einer Elektrode arbeitet, die das gleiche Profil und die Abmessungen wie ein Würfel der Struktur hat.

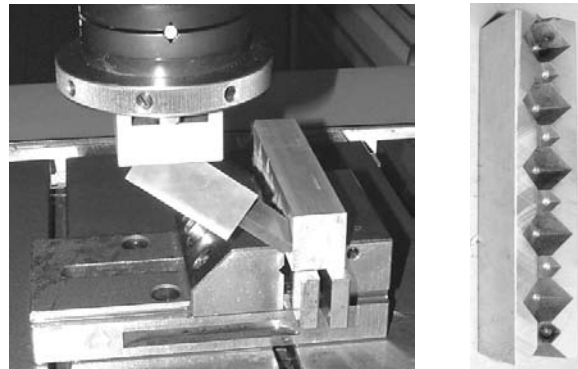


Bild 6: Erodieren des Rahmens (Links); Gefertigtes Element des Rahmens (Rechts)

In **Bild 6** rechts ist ein am IMW angefertigtes Rahmenteil 3 (vgl. **Bild 5**) dargestellt. Es kann die gleiche Elektrode für alle vier Rahmenteile benutzt werden, was viel Arbeit, Zeit und Kosten spart.



Bild 7: Zusammenbau der Würfelstruktur

Die Würfelemente lassen sich nun ohne Hilfe einer Grundplatte in den Rahmen einsetzen. **Bild 7**

4 Zusammenfassung

Die am IMW untersuchte Fertigungsmethode für die Rahmenteile durch Funkenerosion zeigt besondere Vorteile bei der Herstellung der topologisch selbstverzahnten Strukturen. Sie stellt einen anderen, günstigen Weg zur Herstellung der Strukturen dar. Durch die Benutzung des gleichen Werkzeugs und das Umgehen einer Grundplatte ist das Elektroerosionsverfahren eine hervorragende Fertigungsmethode. Die Zusammenarbeit zwischen IMW und IWW hat sich als sehr fruchtbar erwiesen und wird weiter vertieft.

5 Literatur

- /1/ Estrin, J.: Bauen ohne Mörtel. Materialarchitektur eröffnet neue Werkstoffpaarungen und -eigenschaften, TU-Contact Nr. 9, TU-Clausthal, 2001