

## Verbundstrangpressen adaptiver Leichtbaukomponenten aus Aluminium und Formgedächtnislegierungen

Christoph Dahnke

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 105

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6630-2

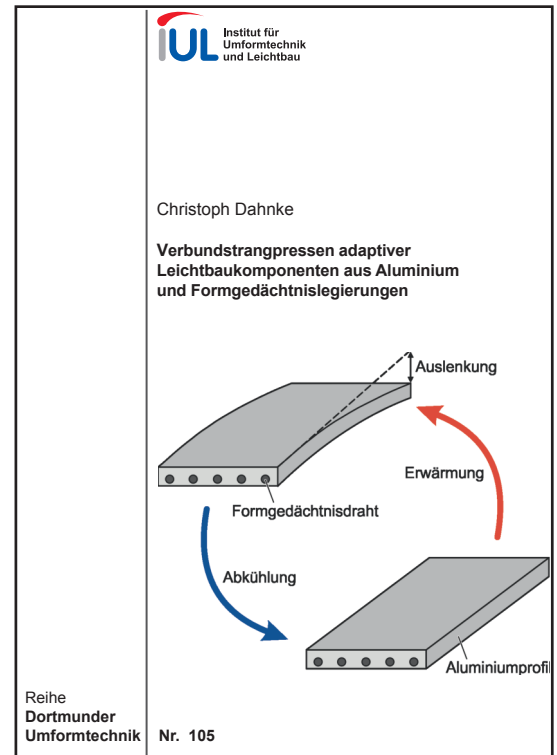
Sprache: Deutsch

### Zusammenfassung

Gegenüber konventionellen Metallen besitzen Formgedächtnislegierungen besondere Eigenschaften wie Formgedächtniseffekt, Superelastizität oder ein hohes Dämpfungsvermögen. Diese machen sie insbesondere für Anwendungen im Bereich Aktorik und Sensorik interessant. Auch im Verbund, insbesondere mit Leichtbauwerkstoffen wie Aluminium oder Magnesium, zeigen Formgedächtnislegierungen ein hohes Potenzial. Sogenannte Formgedächtnis-Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe zeichnen sich insbesondere durch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften aus. Hierzu gehört neben der Verbesserung der Festigkeit und Steifigkeit eine gezielte Beeinflussung der thermischen Ausdehnung sowie die Unterdrückung von Rissentstehung und Rissausbreitung. Aufgrund der schwierigen Herstellbarkeit infolge meist hoher Prozesstemperaturen wurde die Realisierung einer Aktuatorfunktion jedoch bislang kaum untersucht.

Das kontinuierliche Verbundstrangpressen stellt eine für die Herstellung von Formgedächtnis-Metall-Matrix-Verbundwerkstoffen neue Fertigungstechnologie dar. Das Verfahren bietet eine flexible und wirtschaftliche Möglichkeit zur Herstellung von Verbundprofilen mit eingebetteten Formgedächtnis-Drähten. Durch eine gezielte Positionierung sowie eine umformtechnische Weiterverarbeitung der gepressten Profile ist das Ziel dieser Arbeit die Herstellung von adaptiven Leichtbauprofilen. Die Profile sollen dabei, in Abhängigkeit der gewählten Prozessroute sowie einer thermischen Aktivierung, in der Lage sein eine rein elastische Auslenkung zu vollziehen oder mit einer Änderung ihrer mechanischen Eigenschaften auf eine Erhöhung der Umgebungstemperatur zu reagieren. Die zu erzielenden Effekte basieren auf der gezielten Einbringung von Druckspannungen in die Aluminium-Matrix, welche durch die eingebetteten Formgedächtnis-Drähte hervorgerufen wird.

Zum Erreichen der genannten Ziele werden sowohl experimentelle als auch analytische und numerische Methoden eingesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass aufgrund des hohen Drucks bei gleichzeitig hoher Temperatur während der Fertigung eine stoffschlüssige Verbindung zwischen den Verbundpartnern erzeugt werden kann. Diese ist in der Lage, die durch die Drähte erzeugte Spannung auf die Matrix zu übertragen. Durch eine exzentrische Positionierung der Drähte kann dadurch innerhalb der vorgedehnten Verbundprofile ein Biegemoment erzeugt werden. Die Höhe des angreifenden Biegemoments wird insbesondere durch die Höhe der angreifenden Aktivierungsspannungen des Drahtes definiert. Diese wiederum unterliegt zahlreichen thermomechanischen Einflussfaktoren entlang der betrachteten Prozesskette. Unter Berücksichtigung dieser Einflüsse kann das Verhalten der gefertigten Biegeaktoren mithilfe der in dieser Arbeit entwickelten analytischen sowie numerischen Methoden hinreichend genau vorhergesagt werden. Die angewendeten Methoden sind damit auch für die Auslegung von adaptiven Verbundprofilen geeignet.



## Adaptive lightweight components made of aluminum and shape memory alloys manufactured by composite extrusion

Christoph Dahnke

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 105

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8440-6630-2

Original language: German

### Abstract

Shape memory alloys possess extraordinary properties like the shape memory effect, superelasticity, and high damping capacity. Due to these properties they are particularly interesting for actuator or sensing applications. Furthermore, they also show a high potential when they are used in a composite material, especially in combination with aluminum or magnesium. Shape memory alloy metal matrix composites are mostly characterized by improved mechanical properties like increased strength or stiffness. They can also provide a targeted influence of the thermal expansion as well as crack propagation. However, an actuator functionality is only barely investigated, especially due to the difficult manufacturability.

In this regard, continuous composite extrusion offers a new possibility for the manufacturing of shape memory alloy metal matrix composites. Profiles with embedded shape memory alloy wires can be produced with a high flexibility regarding the profile geometry as well as position and number of the elements used. Due to a targeted positioning of the wires as well as a subsequent stretching process, the aim of this work is the manufacturing of adaptable lightweight profiles. In dependence of the way of processing, the profiles should provide a repeatable pure elastic deflection when they are thermally activated or should change their mechanical properties as a result of the increased temperature. In both cases, the principle mechanism behind these effects is the induction of compressive stresses into the matrix material, caused by the suppressed shape memory effect of the embedded wires.

To achieve the mentioned objectives, experimental, analytical as well as numerical methods are used. The results show that a metallurgical bond between both materials occurs due to the high pressure and temperature during the manufacturing process. The high bonding quality allows the transmission of the occurring stresses during the further processing as well as the thermal activation. In combination with an eccentric positioning of the wires, the occurring stresses lead to the generation of a bending moment within the prestrained composite profiles. Here, the amount of the applied bending moment depends especially on the amount of the activation stress of the embedded wires. This stress is influenced by various factors along the considered process chain. However, under consideration of these influencing factors, the behavior of the manufactured bending actuators can be predicted by the analytical and numerical methods developed in this work. Therefore, the applied methods are also suitable for the targeted design of adaptable composite profiles.

