

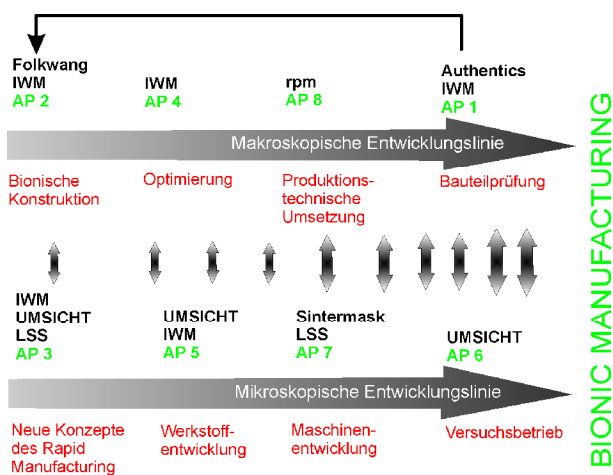
# Entwicklung einer generativen Fertigungstechnik für die Bauteilherstellung nach biologischen Konstruktions- und Strukturierungsprinzipien am Beispiel des Freischwingers „BIONIC MANUFACTURING“

**Konsortialführer**  
 Fraunhofer UMSICHT  
 Jan Blömer  
 Osterfelder Straße 3  
 46047 Oberhausen  
[jan.bloemer@umsicht.fraunhofer.de](mailto:jan.bloemer@umsicht.fraunhofer.de)  
 fon: 0208 / 8598 – 1406

**Projektpartner**  
 Industrial Design, Folkwang Universität Essen  
 Fraunhofer IWM  
 Sintermask GmbH  
 rpm – rapid product manufacturing GmbH  
 Authentics GmbH

## Das Projekt

Gesamtziel des Vorhabens ist die Weiterentwicklung des Selektiven-Laser-Sinterns (SLS) und des Maskensinterns (SMS) zu einer Fertigungstechnik für biologisch inspirierte Bauteile. Diese folgen sowohl in ihrer *äußeren* Gestaltung als auch in der *inneren* Werkstoffstruktur bionischen Prinzipien wie belastungsgerechter Geometrie und fein strukturiertem, lokal variierendem Aufbau des Werkstoffs. Die Technik wird am Beispiel eines Freischwingers demonstriert, einem alltäglichen, jedem vertrauten Gegenstand, der jedoch werkstoffmechanisch eine hohe Komplexität aufweist, an der die Vorteile der neuen Technologie demonstriert werden können.



**Bild 1:** Aufbau des Projekts (Quelle: Fraunhofer Umsicht)



**Bild 2:** Freischwinger aus thermoplastischem Kunststoff: Myto (2007), Casalino (2007) Panton-Chair (1960) (Quelle Fraunhofer Umsicht)

Das Projekt gliedert sich in zwei Entwicklungslinien: In der *makroskopischen* Linie werden bionische Konstruktions- und Optimierungsprinzipien für die gleichzeitige Gestaltung der Makro- und Mesoebene eines Bauteils untersucht und mittels SLS und SMS am Beispiel des Freischwingers umgesetzt. Ergänzend werden Zielvorgaben für die Entwicklung mikrostrukturierbarer Materialien abgeleitet. In der *mikroskopischen* Linie wird das SLS und SMS so weiterentwickelt, dass Bauteile mit lokal veränderlichen oder gradierten Werkstoffeigenschaften erzeugt werden können. Dies erfordert eine simultane Entwicklung der pulverförmigen Ausgangsmaterialien und der Maschinenteknik. Es werden dazu zunächst zwei Konzepte untersucht: lokale Variation der Zusammensetzung und lokale Aktivierung der Polymerpartikel.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
 für Bildung  
 und Forschung

Die Herstellung von Kompositbauteilen mit lokal variierender Zusammensetzung und Struktur erfordert die Integration einer 2-Komponenten-Dosieretechnik in die bisherige SLS- und SMS-Technik. Bei der lokalen Aktivierung der Polymerpulver werden reaktive oder orientierbare Zusätze in die Polymere eingearbeitet. In der letzten Projektphase werden beide Projektstränge zusammengeführt und zu einer biologisch inspirierten Fertigungstechnik für einen bionischen Freischwinger kombiniert.

Freischwinger aus Stahlrohr wurden in den 1920er Jahren erstmals vorgestellt. Der von Verner Panton 1960 entwickelte Panton-Stuhl war der erste spritzgussgeformte Kunststoff-Freischwinger, der aus nur einem Material bestand und nur mit einer Form gefertigt wurde. Die letzte Entwicklung bei Kunststofffreischwingern stellt der 2007 vorgestellte Stuhl Myto aus PBT(Ultradur, BASF) dar. Einen im SLS-Verfahren hergestellten Kunststoff-Freischwinger gibt es bis dato noch nicht.

### **Bionischer Ansatz**

Biologische Organismen erreichen ihre erstaunliche Leistungsfähigkeit in der Regel mit einer nur sehr begrenzten Auswahl unterschiedlicher Materialien. Der Schlüssel hierzu liegt in der feinteiligen, belastungsgerechten und häufig hierarchischen Strukturierung der biologischen Werkstoffe und Konstruktionen. Demgegenüber kann bei thermoplastischen Kunststoffen eine innere Strukturierung zurzeit nur sehr begrenzt durch die stochastische Verteilung von Füllstoffen, Kurzfasern oder Poren erreicht werden. Das SLS entwickelte sich seit Mitte der 90er Jahre zu einem etablierten Rapid-Manufacturing-Verfahren, bei dem das Bauteil »Schicht-für-Schicht« hergestellt wird, indem mithilfe eines Laserstrahls Kunststoffpartikel lokal aufgeschmolzen und miteinander verbunden werden. Beim neueren SMS Verfahren werden die Schichten durch eine flächige Infrarotbestrahlung aufgeschmolzen, wobei nicht zu verschmelzende Bereiche durch eine variable Maske abgedeckt werden. Die Verfahren bieten aufgrund ihrer generativen Herstellungsweise das Potenzial für eine neue bionische Fertigungstechnik, die sich an den biologischen Bildungsprozessen und den mit ihnen darstellbaren lokalen, inneren Strukturierungen und Konstruktionen orientiert. Dieses Potenzial zur Übertragung biologischer Werkstoff- und Konstruktionskonzepte bleibt bisher ungenutzt, weil ausschließlich homogene Materialien verwendet werden und es wurde bis heute weder systematisch untersucht noch technisch umgesetzt.

### **Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit**

Der neue bionische Ansatz bietet die Chance zu vielfältigen, ökologisch vorteilhaften Effekten. Umweltentlastende Effekte ergeben sich direkt aufgrund der erwarteten Material- und Gewichtseinsparung im Vergleich zu konventionellen Lösungen als auch indirekt durch Energieeinsparung im Transportwesen. Die Qualität der bionischen Lösung im Vergleich zu nicht bionischen Lösungen wird in enger Zusammenarbeit mit der Begleitforschung geprüft. Darüber hinaus birgt die Möglichkeit nutzerspezifische Produkte herzustellen das Potenzial, die für eine nachhaltige Entwicklung erforderliche Änderung der Konsummuster zu unterstützen, d. h. der Ersatz von billigen Wegwerfprodukten durch langlebige, auf die Kundenbedürfnisse optimal und individuell angepasste Güter. Das Prinzip »form follows function« erhält auf diese Weise eine tiefergreifende, zeitgemäße Bedeutung.

### **Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit**

Mit dem Freischwinger wurde bewusst ein Demonstrator aus dem Alltag gewählt: Einen Stuhl muss man nicht erklären. Jeder Mensch kann ihn »in Besitz nehmen« und aufgrund seiner Wahrnehmung dessen Qualitäten beurteilen. Ziel ist, eine harmonische Synergie von Gebrauchsfunktion, Materialität, technischer Umsetzbarkeit und kulturellen Wertvorstellungen zu erzielen. Schwingendes Sitzen wirkt entspannend auf den Nutzer. Auf diese Art von Sitzobjekten wird deshalb besonders im Büroarbeitsbereich sowie in privaten Haushalten zurückgegriffen. Die Interaktion mit dem Nutzer ist beim Freischwinger im Vergleich zu statischen Sitzmöbeln verstärkt. Er dient damit als ideales Beispiel für Produkte und Services, die besonders auf den Kundenbedarf und Kundennutzen abgestimmt sind.