

## KURZBERICHT

## Entwicklung der Prozesstechnologie für massive metallische Gläser auf Platinbasis mit dem Ziel einer Industrialisierung am Beispiel des Uhren- und Schmucksektors

### Motivation

Platinbasierte massive metallische Gläser (MMG) haben besondere Eigenschaften, die sie als revolutionäre Schmucklegierungen auszeichnen. Ihre hervorragende Oberflächengüte und hohe Gushärte (400–500 HV1) begünstigt die präzise, formgetreue Abbildung und macht gleichzeitig die Notwendigkeit einer Nachbearbeitung [1] hinfällig. Hinzu kommt ihre hohe elastische Verformbarkeit und die Fähigkeit der thermoplastischen Verformung, sodass sie einerseits hart wie Stähle sind und andererseits über eine kunststoffähnliche Elastizität und Flexibilität verfügen.

Im Vergleich zu konventionellen Pt-Legierungen wird das Potential für Gießfehler signifikant verringert und der Ausschuss stark reduziert [2]. Somit bietet sich die Chance ein innovatives Material zu verwenden und den endformnahen Guss kostengünstiger sowie ressourcenschonender zu realisieren.

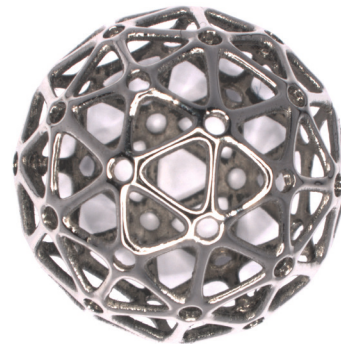
Die große Hürde für den Einstieg dieser Technologie liegt in erster Linie in der Erreichung sehr hoher Abkühlraten, um die Ausbildung eines Kristallgitters bei der Erstarrung zu unterdrücken und den regellosen, amorphen Zustand der metallischen Schmelze einzufrieren. Das macht den Werkstoff zu einem metallischen Glas und verleiht ihm die oben genannten, einzigartigen Eigenschaften. Die Schwierigkeit besteht in der Realisierung genügend hoher Abkühlraten unter Verwendung handelsüblicher keramischer Einbettmasse. Zudem gilt es den an Luft leichtentzündlichen, bei bereits Temperaturen um die 400°C, flüchtigen Phosphor zu legieren

### Projektziel

Ziel des Projektes war es, den industriellen Nutzen von Pt-MMG im endformnahen Herstellungsprozess am Beispiel von Uhren- und Schmuckanwendungen zu demonstrieren und den Technologiereifegrad anzuheben [3]. Dazu sollte die gesamte Prozesskette, von der Herstellung von Halbzeug bis zur Fertigung von Gussteilen betrachtet und optimiert werden. Der Fokus des Projekts lag hier auf dem Technologietransfer insbesondere in mittelständische Firmen. Durch den Aspekt der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit, der beim angewendeten Druckgießverfahren zu Trage kommt, wird den KMU eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit ermöglicht und die Anteilnahme am Platinschmuckmarkt erleichtert.

Den Forschungsstellen gelang ein experimenteller Ansatz mittels konventioneller Anlagentechnik, der die Herstellung einer PtP-Vorlegierung weg vom Labormaßstab hin auf industrierelevanten Chargengrößen erlaubte. Zudem konnte mit Hilfe einer konventionellen Gießsimulationssoftware das für den Schmuckguss traditionelle Feingießverfahren für die Plattingläser angewendet und die technischen Hürden überwunden werden. Für unterschiedliche Gießverfahren ließ sich sowohl das Formfüllverhalten, als auch die Abkühlrate abschätzen, so dass zeit- und kostensparend Versuche hinsichtlich Gießparameter, Angusssysteme und Baumgeometrie optimieren ließen.

Im Projekt konnten mit den amorphen Platinlegierungen feine Geometrien mit komplexen Füllwegen realisieren (Abb. 1 und 2). Die hohen Festigkeiten (ca. 2 GPa) der Pt-MMGs in Kombination mit ihrem außergewöhnlichen Formfüllvermögen ge-



2 mm

fom



5 mm

fom

Abb. 1 und 2: Im Feinguss hergestellte Schmuckstücke aus Plattinglas

währleistet eine ausreichende Festigkeit solch filigraner Strukturen. Die filigrane Kugel (Abb.1) demonstriert die mechanische Eigenschaftskombinationen: filigran und dennoch mechanisch stabil mit einer außerordentlich hohen elastischen Verformbarkeit (ca. 2%). Diese lässt die filigrane Kugel springen wie ein Flummi. Zur Erprobung der Designmöglichkeiten wurde zum einen eine Ringschiene gegossen, deren offenen Enden so ausgelenkt wurden, dass sich ein 5,5 mm großer Stein dazwischen klemmen ließ (Abb. 2).



Abb. 3: Uhrenlünette

Neben den filigranen Bauteilen, die mittels Feingusses realisiert wurden, haben die untersuchten Platinlegierungen auch genügend Potential für die Herstellung von massiveren Bauteilen wie z.B. Uhrenlünetten (Abb. 3). Hierfür eignet sich insbesondere das Druckgussverfahren des KMU ‚Amorphous Metal Solutions‘, das eine endformnahe Fertigung ohne aufwendige Nachbearbeitung ermöglicht. Das Endprodukt ist somit hauptsächlich von der Qualität des Werkzeuges abhängig. Die hochreine Schutzgasatmosphäre dieses Verfahrens hat

zudem den großen Vorteil, dass das Angussmaterial in den Prozesskreislauf zurückgeführt werden kann und somit ohne Qualitätsverlust für die Herstellung weiterer Bauteile zur Verfügung steht. Darüber hinaus kann der für Gläser einzigartige Prozess des thermoplastischen Formens als Veredelungsverfahren eingesetzt werden, das dem Schmuckstück eine besondere Ästhetik verleiht und die Oberflächen durch Anbringen von Applikationen dekorativ aufwertet.

#### Literatur

- [1] Zwischenbericht aus Projekt 19979N, n.d.
- [2] T. Heiss, U.E. Klotz, D. Tiberto, Platinum Investment Casting, Part I: Simulation and Experimental Study of the Casting Process, Johnson Matthey Technol Rev. 59 (2015) 95–108. <https://doi.org/10.1595/205651315X687399>.
- [3] Definition Technology Readiness Level., (n.d.). [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014\\_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl_en.pdf)

#### Danksagung

Das IGF-Vorhaben 21469 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle + Metallchemie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

IGF 21469 N

1.1.2021 – 30.6.2023

#### INDUSTRIEPARTNER

Amorphous Metal Solutions GmbH | Barth<sup>2</sup>foryou GmbH | C.Hafner GmbH + Co.KG | Christian Bauer Schmuck GmbH & Co.KG  
Klaus Brötzler | Heraeus Amloy Technologies GmbH | Indutherm Gießtechnologie GmbH | L.C. Köhler GmbH | Nonnenmacher  
GmbH | PEMTec SNC | Scheideanstalt Bruno Welz GmbH

#### FORSCHUNGSPARTNER

LMW | Lehrstuhl für metallische Werkstoffe an der Universität des Saarlandes

#### ANSPRECHPARTNER

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd | Deutschland  
M.Sc. Lisa-Yvonn Schmitt, [schmitt@fem-online.de](mailto:schmitt@fem-online.de), +49 7171 1006-703 | Dr. Ulrich Klotz, [klotz@fem-online.de](mailto:klotz@fem-online.de)