M4AM

Modular Multiscale Modelling for Metal Additive layer Manufacturing

Programm / Ausschreibung	Beyond Europe, 3. AS Beyond Europe Koop. F&E 2018	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2019	**Projektende**	31.08.2022
Zeitraum	2019 - 2022	**Projektlaufzeit**	33 Monate
Keywords	Additive Manufacturing, Multi-scale modelling, Plasma Metal Deposition, Light weight metals		

Projektbeschreibung

Die heute verfügbare Rechenleistung erlaubt die numerische Berechnung der Mikrostrukturentwicklung von Materialien im Zuge unterschiedlicher Herstellungsprozesse im industriellen Maßstab. Die Mehrheit der einschlägigen Methoden beschränkt sich auf akademische Anwendungen. Dies ist bedingt durch die hohe Komplexität, unzureichend definierten Schnittstellen und nicht akzeptable Berechnungszeiten.
Die draht-basierte Additive Manufacturing (WAAM) ist eine junge Fertigungstechnologie, die in der Lage ist, Bauteile mit relativ komplexen Geometrien ohne Werkzeugaufwand zu liefern. WAAM erlaubt hohe Aufbringungsraten, ermöglicht die Herstellung großer Bauteile bei geringen Prozesskosten, und wird heute z.B. für Kleinserien im Space und Luftfahrtbereich mit Titanlegierungen eingesetzt. Während es für die stark verbreiteten Pulverbett-Verfahren bereits gute, fähige Simulationstools gibt, steht man bei der WAAM Technologien hier noch eher am Anfang. Es sind numerische Simulationspakete für WAAM-spezifische Anwendung bekannt und am Markt verfügbar. Jedoch besitzen diese nur mindere Vorhersagefähigkeiten.
Projekt M4AM beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung eines neuartigen Simulationsansatzes zur skalenübergreifenden Modellierung des WAAM-prozesses inklusive Mikrostruktur- und Werkstoffvorhersage in Form einer modularen “Cross-Solver” Technik. Der Simulationsansatz soll aus mehreren Modulen im mikro-Skalen Bereich bestehen (M4AM Toolbox), numerisch die Entwicklung von Mikrostruktur während WAAM berechnen und diese mit mikromechanischen Eigenschaften kombinieren. Die M4AM Toolbox berechnet daraus verbesserte, lokale Werkstoffinputdaten für mechanische Bauteilsimulationen von WAAM-Bauteilen die auch weiter übergeben werden an FEMFAT zur virtuellen Vorhersage der Lebensdauer. Dies wird die Entwicklung effizienter Optimierungsroutinen für WAAM erlauben.
Es wird im Projekt eine deutliche Verbesserung der Vorhersagemöglichkeiten durch multi-skalen Modelle in WAAM-Prozessen anvisiert. Neuartige Mikrostruktur-Modelle werden auf multiplen Längenskalen angewendet und experimentell validiert werden. Die Konkurrenzfähigkeit der österreichischen Industrie wird durch den Einsatz von Simulationstools gesteigert. Ebenso ist eine deutliche Kostenersparnis zu erwarten, da weniger Vorversuche erforderlich sind bzw. Zielgerichtet der Aufbau von großformatigen Bauteilen ermöglicht wird. Die M4AM Toolbox auch auf andere Prozesse und Werkstoffe (Titan, Stahl) übertragbar sein.
Die virtuelle Software-Route soll es ermöglichen, Bauteile mit Losgröße 1 -100 um bis zu 30% schneller zu entwickeln bzw.

50% weniger Ausschuss in der Entwicklungsphase zu erzielen. Damit soll die Markfähigkeit von österreichischen „WAAM-Produkten“ unterstützt werden und nebst Prozesstechnologie auch die numerische Vorhersagetechnologie weltweit präsentiert werden. Die Verbreitung der Projektergebnisse wird nachhaltig zum Aufbau einer modularen multi-skalen Simulations-landschaft in Österreich/ Europa beitragen. Hierbei wird vor allem der Projektpartner aus Australien (RMIT) einen wertvollen Baustein beitragen.
Das Konsortium besteht aus akademischen (RMIT), non-profit Forschungsgesellschaften (LKR) und Industriepartnern (RHP: SME, Magna: LE), was eine möglichst breite technologische Basis sicherstellt. RHP, als Koordinator des Projektes, hat besonderes Interesse am australischen Markt Fuß zu fassen. Bislang gibt es noch keine Kooperation bzw. Geschäftsbeziehung mit Kunden aus Australien. Im Zuge einer Beyond Europe Initiative konnte als erstes der US Markt erfolgreich bearbeitet wird und mittlerweile mehr als 20% des Jahresumsatzes mit Produkt und Dienstleistungen für den US Markt erzielt werden. Gleiches steht als Ziel für Australien.

Abstract

The computing power available today allows the numerical calculation of the microstructure development of materials in the course of different manufacturing processes on an industrial scale. The majority of the relevant methods are limited to academic applications. This is due to the high complexity, insufficiently defined interfaces and unacceptable calculation times.
Wire-based additive manufacturing (WAAM) is a young manufacturing technology that is able to supply components with relatively complex geometries without the need for tools. WAAM permits high application rates, enables the production of large components at low process costs, and is used today, for example, for small series in space and aerospace applications with titanium alloys. While good, capable simulation tools already exist for the widely used powder bed processes, WAAM technologies are still in their infancy. Numerical simulation packages for WAAM-specific applications are known and available on the market. However, these have only poor prediction capabilities.
Project M4AM deals with the further development of a novel simulation approach for scale spanning modelling of the WAAM process including microstructure and material prediction in the form of a modular "cross solver" technique. The simulation approach should consist of several modules in the micro-scale range (M4AM Toolbox), numerically calculate the development of microstructures during WAAM and combine them with micromechanical properties. The M4AM Toolbox calculates improved, local material input data for mechanical component simulations of WAAM components, which are also passed on to FEMFAT for the virtual prediction of the service life. This will allow the development of efficient optimization routines for WAAM.
The project aims at a significant improvement of the prediction possibilities by multi-scale models in WAAM processes. Novel microstructure models will be applied to multiple length scales and experimentally validated. The competitiveness of Austrian industry will be increased by the use of simulation tools. A significant cost saving is also to be expected, as fewer preliminary tests are required and the construction of large-format components is made possible in a targeted manner. The M4AM Toolbox can also be transferred to other processes and materials (titanium, steel).
The virtual software route should make it possible to develop components with batch sizes of 1 - 100 by up to 30% faster or to achieve 50% less rejects in the development phase. The aim is to support the marketability of Austrian "WAAM products" and to present numerical prediction technology worldwide in addition to process technology. The dissemination of the project results will contribute sustainably to the development of a modular multi-scale simulation landscape in Austria/Europe. Especially the project partner from Australia (RMIT) will contribute a valuable building block.
The consortium consists of academic (RMIT), non-profit research societies (LKR) and industrial partners (RHP: SME, Magna:

LE), which ensures the broadest possible technological basis. RHP, as coordinator of the project, is particularly interested in gaining a foothold in the Australian market. So far, there has been no cooperation or business relationship with customers from Australia. In the course of a Beyond Europe initiative, the US market was the first to be successfully entered and now accounts for more than 20% of annual sales of products and services for the US market. The same is the goal for Australia.

Projektkoordinator

- RHP-Technology GmbH

Projektpartner

- Engineering Center Steyr GmbH & Co KG
- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH
- RMIT University School of Engineering Cluster Manufacturing, Materials and Mechatronics