

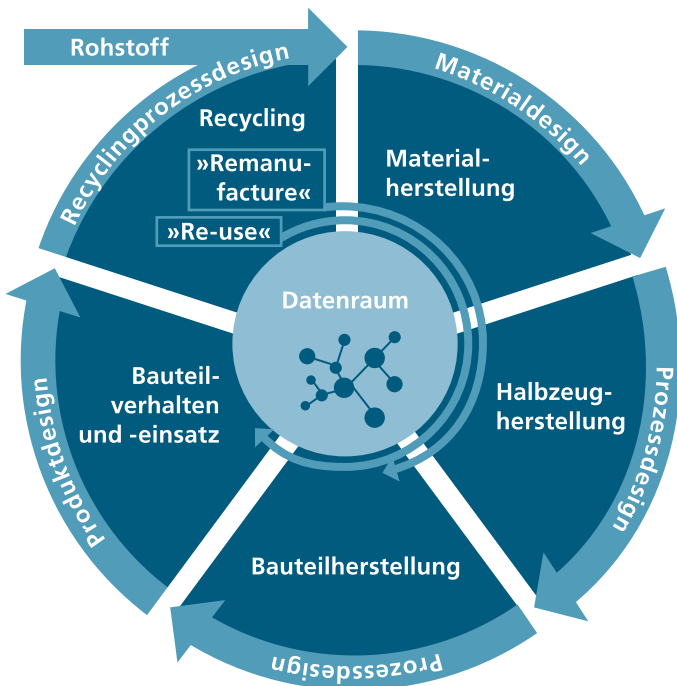
Digitale Methoden zur Steigerung der Nachhaltigkeit und Resilienz von Fertigungsprozessen

Dr. Dirk Helm, Dr. Paul Zierrep, Yoav Nahshon

Die Nachhaltigkeit und Resilienz von Fertigungsprozessen gewinnen stetig an Bedeutung. Materialeffizienz, Energie-reduktion und bessere Material- und Bauteilqualität leisten einen wichtigen Beitrag für die Reduzierung von Treibhausgasen und die Vermeidung von problematischen Stoffen (Abbildung unten). Die Gestaltung solcher Fertigungsprozesse und Produkte erfordert einen holistischen Ansatz, der den Lebenszyklus des Produkts und des eingesetzten Werkstoffs einschließt. Aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems ist es erforderlich, heterogene Daten und Informationen aller relevanter Entitäten so zu erfassen, dass Wissen, Erkenntnis und Weisheit entstehen können. Hierbei helfen zum einen das FAIR-Daten-Prinzip (»Findable«, »Accessible«, »Interoperable«, »Reusable«) sowie das Verfügbarmachen und Verknüpfen von Daten aus unterschiedlichen Quellen. Damit diese Daten interoperabel verarbeitet werden können, sind gemeinsame Sprache und Verständnis von Begriffen im Sinn der Semantik zielführend. Um die relevanten semantischen Bedeutungen und Beziehungen abzubilden, haben Ontologien großes Potenzial.

Gestaltung von Fertigungsprozessen mittels semantischer Technologien

Im Fraunhofer IWM Teilprojekt »Ontologie-basierter Datenraum und interoperable Workflows«, das im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts »StahlDigital« entstand, entwickeln wir einen Ontologie-basierten Datenraum, das »Data Space Management System (DSMS)«, in dem heterogene Daten und Datenquellen unterschiedlichen Ursprungs integriert und vernetzt werden können. Die integrierten Daten liegen hier in einer interoperablen Form vor, und die Vernetzung wird durch einen Wissensgraphen ermöglicht. So können die Daten einheitlich weiterverarbeitet werden, obwohl sie eventuell in unterschiedlichen Einheiten gespeichert sind. Zudem ist über die Ontologie der Bezug von verschiedenen Größen in Form von Wissen leicht darstellbar. Beispielsweise ist die mechanische Spannung, die in einem Zugversuch ermittelt wird, das Ergebnis einer Kraftmessung an einer bestimmten Probengeometrie unter Anwendung einer bestimmten Prüfnorm. Die Kraftmessdose wiederum ist mit weiteren Informationen verbunden, wie etwa der Modellbezeichnung, der Genauigkeitsklasse und zugehörigen Kalibrierungsinformationen. Die weitere Einbeziehung von Prozessfolgen, wie der Materialanlieferung, Probenentnahme und -fertigung und gegebenenfalls nachfolgenden Untersuchungen, erhöht den Mehrwert, sofern die Prozessfolge über eine ontologische Darlegung semantisch beschrieben und mit den entsprechenden Daten verknüpft wird. Technologisch besteht der Datenraum im Backend aus verschiedenen Speichersystemen, um die Daten und Metadaten effizient abzulegen. Zentrales Element ist eine Graphdatenbank, welche im Wesentlichen die Metadaten, jedoch nicht die Daten selbst erfasst (Abbildung Seite 29). Ergänzt wird das System über Module, die verschiedene »Microservices« anbieten, wie etwa die Datenintegration via Data2RDF-Module (RDF: »Resource Description Framework«). Suchen im Datenraum erfolgen derzeit via SPARQL-Abfragen. Die Schnittstelle für die Anwendung ist über ein GUI gegeben. Der Datenraum wird aktuell entwickelt und liegt in Form eines »StahlDigital«-Demonstrators mit Grundfunktionalitäten vor, welcher bisher im Rahmen der »Plattform MaterialDigital« demonstriert wurde.

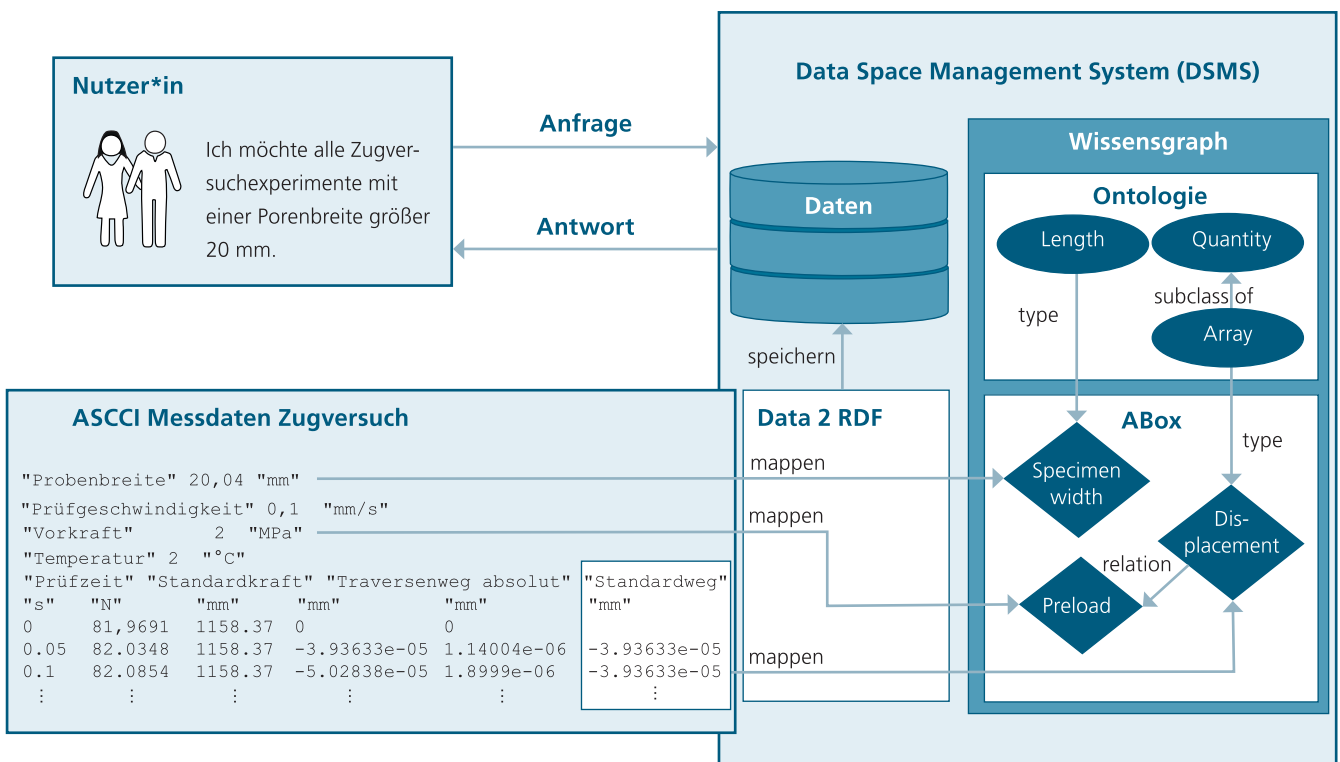


Lebenszyklus eines Werkstoffs vom Rohstoff bis zum Produkt und der Wiederverwertung.

Nutzen für die Gestaltung nachhaltiger und resilienter Fertigungsprozesse

Im Ontologie-basierten Datenraum können heterogene Daten entlang des Lebenszyklus harmonisiert und ganzheitlich auswertbar gemacht werden. Perspektivisch wird es möglich sein, Nachhaltigkeitsdaten mit Daten der Herstellungsprozesse und der resultierenden Werkstoffeigenschaften zu verbinden, sodass der Datenraum und die semantischen Technologien die Gestaltung von nachhaltigen und resilienten Fertigungsprozessen und Produkten unterstützt. Sind beispielsweise Daten über die Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung einer Wärmebehandlung im Datenraum verfügbar, können energie-sparende Wärmebehandlungsprozesse identifiziert werden, die

zu maßgeschneiderten Eigenschaften führen. Für den einzelnen Prozessschritt mag dies trivial erscheinen. Betrachten wir jedoch komplexe Prozessketten bis zum Bauteileinsatz, ist die Frage nach einer energieeffizienten Prozessroute mit maßgeschneiderten Werkstoffeigenschaften alles andere als trivial. Um die zugehörige Prozessdesignfragestellung mit der Nebenbedingung der Nachhaltigkeit und Resilienz zu lösen, werden perspektivisch Künstliche Intelligenz oder Maschinelles Lernen auf den Daten operieren und somit Erkenntnisse und Prozessdesignentscheidungen abgeleitet werden.



Rohdaten semantisch transformieren am Beispiel eines Zugversuchs; Data2RDF.