

## CoProd

Collaborative Production using Cloud Manufacturing

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktionstechnologien, Produktionstechnologien, Schlüsseltechnologien für nachhaltige Produktion Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.02.2024	<b>Projektende</b>	31.07.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	18 Monate
<b>Keywords</b>	Cloud Manufacturing; Collaborative Production; Co-Creation		

### Projektbeschreibung

Die Digitalisierung ist ein stetig voranschreitender Prozess in der produzierenden Fertigung, welcher besonders in den letzten Jahren noch an Bedeutung gewonnen hat. Basierend auf diesen Bestrebungen hat sich ein neues, auf den Technologien des Cloud-Computing basierendes, Paradigma für die verteilte Fertigung herauskristallisiert – das sogenannte Cloud-Manufacturing. Durch Cloud-Manufacturing wird es möglich Manufacturing-as-a-Service zu betreiben und verteilte Fertigungsressourcen verschiedener Hersteller den Kunden bei Bedarf zur Verfügung zu stellen.

Es existieren mittlerweile erste prototypische Plattformen, die dem Cloud-Manufacturing Paradigma folgen und über dieses Services für Kunden anbieten. Oft handelt es sich dabei um reine Marktplätze für Fertigungsressourcen und weiterführende Services, wie etwa eine kollaborative Produktion oder Aspekte der Nachhaltigkeit werden nicht berücksichtigt. Das Potential, das sich aus der verteilten Fertigung ergibt, wird daher nicht vollumfassend genutzt. Dieses Projekt setzt sich als Ziel eine aus einem vorangegangenen Forschungsprojekt bestehende Cloud-Manufacturing Plattform (CIDOP) zu erweitern und in einem industriellen Umfeld zu testen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die lokale, kollaborative Produktion und, damit einhergehend, der Reduktion der Transportwege gelegt.

Die CIDOP Plattform unterstützt die grundlegenden Konzepte des Manufacturing-as-a-Service Ansatzes und ist eine prototypische Implementierung einer Cloud-Manufacturing Plattform für die verteilte Fertigung. Die Plattform verfügt über eine Micro-Service Architektur und beinhaltet eine zentrale Wissensbasis über die digitalisierte Abbildungen von Fertigungsressourcen verwaltet werden können. Produktionsunternehmen können externe Applikationen über eine flexible Schnittstellendefinition an die Plattform anbinden.

In diesem Projekt wird die experimentelle Weiterentwicklung dieser akademischen Plattform auf einen Einsatz in der Industrie angestrebt. Die Plattform soll dabei vor allem um Aspekte der kollaborativen Produktion erweitert werden, um so den Austausch von produzierenden Unternehmen in der Region Vorarlberg zu unterstützen. Zu diesem Zweck wird ein Testlauf der zu entwickelnden Plattform in zwei Unternehmen in der Region verfolgt und es erfolgt eine Integration mit den dort vorhandenen Lehrlingswerkstätten. Dies ermöglicht es Lehrlinge mit in den Prozess des Cloud-Manufacturing

einzubinden, kollaborative Teams zu bilden und das Wissen innerhalb der Unternehmen für die Digitalisierung zu schärfen.

Um die Funktionsweise der Plattform zu testen, wird ein eigens zu entwickelndes Produkt mit dieser produziert: ein Edge-Device zur Überwachung von Energiedaten. Dieses Produkt wird als Auftrag auf die teilnehmenden Firmen und Lehrlinge verteilt und dann kollaborativ gefertigt. Dadurch wird nicht nur die automatische Auftragsverteilung demonstriert, sondern auch die nachhaltige Produktion in einem lokalen Umfeld mit geringen Transportwegen.

Zusammenfassend wird in diesem Projekt eine existierende, akademische Cloud-Manufacturing Plattform um eine kollaborative Komponente erweitert und im industriellen Einsatz in Lehrlingswerkstätten in der Region Vorarlberg getestet.

## **Abstract**

Digitization is a constantly advancing process in manufacturing that has gained in importance, especially in recent years. Based on these efforts, a new paradigm for distributed manufacturing based on cloud computing technologies has emerged – cloud manufacturing. Cloud manufacturing makes it possible to operate manufacturing-as-a-service and to make distributed manufacturing resources from different manufacturers available to customers on-demand.

There are now the first prototypical platforms that follow the cloud manufacturing paradigm and use it to offer services to customers. These are often merely marketplaces for manufacturing resources and further services such as collaborative production or aspects of sustainability are not considered. The potential of distributed production is therefore not fully used. The aim of this project is to expand an existing, academic cloud manufacturing platform (CIDOP) from a previous research project and to test it in an industrial environment. One major aspect is the local, collaborative production and the associated reduction in transport routes.

The CIDOP platform supports the basic concepts of the Manufacturing-as-a-Service approach and is a prototypical implementation of a cloud manufacturing platform for distributed manufacturing. The platform has a micro-service architecture and includes a central knowledge base that can be used to manage digitized representations of manufacturing resources. Production companies can connect external applications to the platform via a flexible interface.

In this project, the platform is to be expanded to include aspects of collaborative production in order to support the exchange of manufacturing companies in the Vorarlberg region. For this purpose, a test run of the platform to be developed is being pursued in two companies in the region and it will be integrated with the apprentice programs there. This enables trainees to be involved in the cloud manufacturing process, to form collaborative teams and to propagate knowledge within the company for digitization.

In order to test the platform, a specially developed product is going to be produced with it: an edge device for monitoring energy data. This product is split into different parts and tasks are distributed to the participating companies and apprentices and then manufactured collaboratively. This not only demonstrates automatic order distribution, but also sustainable production in a local environment with short transport routes.

In summary, in this project, an existing, academic cloud manufacturing platform will be expanded to include a collaborative component and tested in an industrial environment in apprentice programs in the Vorarlberg region.

## Endberichtkurzfassung

Das Projekt CoProd hatte zum Ziel, eine kollaborative Fertigungsplattform für verteilte Produktionsprozesse zu entwickeln, die Anbieter, Produzenten und Kunden nahtlos vernetzt. Dadurch wird eine betriebsübergreifende Produktionsplanung ermöglicht, die unter Berücksichtigung vielfältiger Kriterien – etwa Lieferzeiten oder CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Lieferkette – optimiert werden kann.

Grundlage des Projekts bildeten Workshops und Anforderungsanalysen mit Unternehmen, um praxisnahe Anforderungen im Bereich kollaborativer Fertigung zu erfassen und die CoProd-Plattform entsprechend zu spezifizieren. Auf Basis dieser Anforderungen wurde ein Microservice-basiertes Architekturkonzept entwickelt und implementiert. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf sicherer, verschlüsselter Kommunikation sowie auf einem flexiblen Management von Aufträgen und Fertigungsressourcen, um die Integration mit produzierenden Unternehmen zu erleichtern. Unternehmen können Fertigungsservices, aber auch manuelle Services wie beispielsweise CAD-CAM-Übersetzungen, in CoProd registrieren und diese für Kunden verfügbar machen.

Ein zentrales Element von CoProd ist das Matchmaking und die verteilte Produktionsplanung, die eine effiziente Zuordnung registrierter Services zu Fertigungsaufträgen ermöglicht. Der Matchmaking-Service identifiziert geeignete Fertigungspartner mithilfe einer graphbasierten Ressourceninfrastruktur, sodass Fertigungsschritte flexibel auf Aufträge abgestimmt werden können. Der Production Planning Service nutzt diese Informationen, um den ausgewählten Fertigungspartnern konkrete Zeitslots zuzuweisen und dabei unterschiedliche Optimierungsansätze wie Kosten, Lieferzeiten oder Energieverbrauch zu berücksichtigen.

Um den Energieverbrauch einzelner Fertigungsschritte dynamisch zu erfassen und Prognosen für zukünftige Aufträge zu ermöglichen, wurde ein Live-Energy-Monitoring-System entwickelt. Dieses System nutzt bestehende PLC-Infrastrukturen in den Unternehmen und stellt eine durchgängige Datenpipeline für die Verarbeitung der Energiemessdaten bereit. Die erfassten Messdaten werden über Apache Camel und MQTT weiterverarbeitet, sodass der Energieverbrauch pro Fertigungsschritt ermittelt und für Analyse- und Optimierungszwecke genutzt werden kann. Alle Daten werden zentral gespeichert und visualisiert, um eine transparente Auswertung zu ermöglichen.

Die Evaluierung der CoProd-Plattform erfolgte anhand eines Use Cases zur verteilten, kollaborativen Fertigung. Als Demonstrationsprodukt wurde eine frei konfigurierbare Taschenlampe entwickelt, bestehend aus Komponenten wie Gehäuse, Platine und weiteren Bauteilen, die verteilt bei den Konsortialpartnern gefertigt wurden. Kunden können über die CoProd-Benutzeroberflächen die Taschenlampe individuell konfigurieren und anpassen. Registrierte Fertigungsservices werden innerhalb der CoProd-Plattform orchestriert, steuern die Fertigung und ermöglichen die Nachverfolgung des Auftragsstatus in Echtzeit.

Zusammenfassend bietet CoProd eine flexible, sichere und erweiterbare Plattform für verteilte Fertigung, die Auftragskoordination, Ressourcenmanagement, dynamische Produktkonfiguration und Energieüberwachung integriert. Die Evaluierung zeigte, dass unterschiedliche Produktvarianten effizient verarbeitet, Fertigungsservices dynamisch zugeordnet und der Energieverbrauch einzelner Fertigungsschritte erfasst werden kann, wodurch eine effektive verteilte Fertigung realisiert wird.

## **Projektkoordinator**

- Digital Factory Vorarlberg GmbH

## **Projektpartner**

- illwerke vkw AG
- Julius Blum GmbH