

Factories4Renewables

Optimierung von industriellen Produktionsprozessen für eine Versorgung mit 100% erneuerbaren Energien

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung (KP 2020), Energieforschung 6. Ausschreibung (KP)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2021	Projektende	29.02.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	35 Monate
Keywords	Energieabhängige Fertigung, adaptive Verbrauchsmodelle, Multi-Parameter Optimierung, Verteilte Planung		

Projektbeschreibung

Die Planung industrieller Fertigung ist heute primär vom Ziel einer optimalen Auslastung der Produktionsanlagen unter Berücksichtigung der zeitlichen Vorgaben für die einzelnen Aufträge getrieben. Überlegungen zum optimierten Einsatz von Energie spielen dabei, wenn überhaupt, z.B., in der Vermeidung von Lastspitzen, nur eine untergeordnete Rolle.

Das ehrgeizige Ziel einer 100%-Versorgung aus erneuerbarer Energie (#mission 2030) ändert jedoch die Erzeugungsstruktur wesentlich. Durch die Neuausrichtung der Energieversorgung tritt der Energieträger Strom immer stärker in den Vordergrund. Viele Bereiche, die derzeit mit fossilen Energieträgern betrieben werden, werden schrittweise auf Strom umgestellt. Dies reicht von Heizungssystemen über Prozesswärme bis hin zur Mobilität. Bei einem höheren Strombedarf bedeutet die Volatilität von erneuerbarer Energie für industrielle Anlagen, dass eine Produktionsplanung zwingend die Verfügbarkeit von Energie berücksichtigen muss, damit die übergeordneten Ziele der Mission 2030 erreichbar sind. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien geht der Grundlastanteil der Kraftwerkskapazitäten zurück, und die Energieerzeugung wird zunehmend volatil. Ein fixes Lastprofil ist unter diesen Umständen oft nicht mehr realistisch, vielmehr sollte die Last an die verfügbare Energie angepasst werden.

Das primäre Ziel und Innovation des Projekts ist es, die Möglichkeit zu schaffen, dass Produktionsanlagen ihre Fertigungsschritte nach vorgegebener, dynamischer Energieverfügbarkeit so planen, dass ein netzseitig vorgegebenes Energieerzeugungsprofil zu mehr als 95% eingehalten wird, d.h., dass es bei gleichzeitig effizienter und ökonomischer Auslastung der Fertigungsressourcen nicht überschritten, aber auch möglichst vollständig genutzt wird. Die Fertigung wird daher zu einer planbaren Last im Stromnetz. Dies ist sowohl für die Fertigungsplanung als auch die Stromnetze eine wesentliche Innovation, die es erlaubt, Zuverlässigkeit und Sicherheit der Prozesse zu gewährleisten und negative Auswirkungen bis hin zur Instabilität des Energiesystems auszuschließen. Die große Herausforderung liegt dabei in der Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit der Energieerzeugungsprofile, die mit zunehmendem Planungshorizont zunimmt.

Das Ziel wird durch einen iterativen Planungsprozess erreicht, in dem die Fertigungsplanung für unterschiedlich wahrscheinliche Energieerzeugungsprofile durchgeführt wird. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf die Einhaltung der

Vorgaben bewertet, und der beste Plan wird sukzessive an die sich ändernde Prognoseunsicherheit angepasst. Adaptive, durch Methoden des maschinellen Lernens optimierte Energieverbrauchsmodelle erhöhen die Genauigkeit der Planung, und die Berücksichtigung von produktionsabhängigen Energiespeicher- und Rückgewinnungsmöglichkeiten verbessert die Gesamteffizienz. Das vorgestellte Konzept soll dabei eine energieabhängige Fertigungsplanung sowohl für einzelne Fertigungsprozesse ermöglichen, als auch entsprechend skalierbar sein, sodass mehrere unabhängige Prozesse an ein übergeordnetes Gesamtenergieprofil angepasst werden können.

Im Rahmen des Projektes erfolgt sowohl eine simulationsgestützte Analyse des Systems, als auch ein industrieller Laborversuch in der geplanten Batterie-Fertigung von AVL. Die Ergebnisse haben daher hohe Gültigkeit für die gesamte Sachgüterproduktion. Eine weitere Verallgemeinerung auf andere Branchen (z.B. Lebensmittelproduktion, Logistik) wird zusätzlich kontinuierlich überprüft.

Das Projekt ist Teil des CELTIC-NEXT-Projekts IEoT (Intelligent Edge of Things) und stellt dort einen zentralen Use Case dar.

Abstract

Today, the planning of industrial production is primarily driven by the goal of optimal utilization of production facilities, taking into account the time constraints for individual orders. Considerations for optimized energy usage play only a minor role, if at all, e.g. in avoiding peak loads.

However, the ambitious goal of changing Austria's energy supply to 100% renewables (#mission 2030) changes the structure of energy production considerably. With this new direction, electricity as energy source gains emphasis. Many areas that currently still operate on fossil energy are gradually changed to electricity. This ranges from heating systems to process heat generation to mobility. A higher electricity demand together with the inevitable volatility of renewable energy means that production planning must take into account the availability of energy in order to achieve the primary goals of #mission 2030. With the expansion of renewable energy sources, the baseload share of electrical power plants decreases, and energy production becomes increasingly volatile. Under these circumstances, a fixed load profile is often no longer realistic; instead, the load should be adapted to the available energy.

The primary objective and innovation of the project is to enable production plants to plan their manufacturing steps according to a predetermined yet dynamic energy availability in such a way that a given energy profile is maintained by more than 95%. This means that the given energy is not only not exceeded but also used as fully as possible while at the same time ensuring efficient utilization of manufacturing resources. Production, therefore, becomes a plannable (electric) load for the power grid. This constitutes an essential innovation for both production planning and energy grids, allowing to guarantee reliability and safety of the processes and to prevent negative effects up to possible instability of the energy system. The big challenge is in the handling of the inherent prediction uncertainty of the energy profiles, which increases with increasing planning horizon and production complexity.

The goal is achieved by an iterative planning process, in which production planning is executed for energy profiles with different probabilities. The results are assessed and evaluated with respect to their compliance with the set of production constraints, and the best plan is successively adapted to the prediction uncertainty that is changing over time. Adaptive energy consumption models that are optimized using machine learning techniques increase the planning accuracy, and the

inclusion of production-dependent energy storage and recuperation potentials improves the overall efficiency. The concept presented in the project will enable energy-aware production planning for individual production lines, however it will be scalable to allow multiple independent processes to be jointly adapted and optimized for an overarching energy profile.

Within the scope of the project, a simulation-based analysis of the system will be carried out in a first step, complemented by an industrial laboratory test in the planned battery production facility of AVL. The results have therefore highly validity for the entire manufacturing industry. A further generalization to other sectors (e.g., food production, logistics) will also be continuously examined.

The project is part of the CELTIC-NEXT project IEoT (Intelligent Edge of Things) where it constitutes a central use case.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- Universität für Weiterbildung Krems
- PowerSolution Energieberatung GmbH
- AVL List GmbH