

KI4Holz

Künstliche Intelligenz zur besseren und nachhaltigeren Nutzung des Rohstoffs Holz

Programm / Ausschreibung	THINK.WOOD, THINK.WOOD Innovation, THINK.WOOD Innovation - Holz als Werkstoff/Holzbaustoff	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2022	Projektende	31.03.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	30 Monate
Keywords	Rohstoff Holz; Forstwirtschaft; Nachhaltigkeit; künstliche Intelligenz; mathematische Optimierung		

Projektbeschreibung

Holz ist ein nachhaltiger Rohstoff, der zur Erreichung der Klimaziele bestmöglich und vielfältig eingesetzt werden sollte. Eine nicht-optimale Holzverarbeitung widerspricht diesem gesellschaftlichen Ziel. Das Projekt "KI4Holz: Künstliche Intelligenz zur besseren und nachhaltigeren Nutzung des Rohstoffs Holz" löst dieses Problem. Mit Unterstützung der Techniken des maschinellen Lernens und durch mathematische Optimierungen in der holzverarbeitenden Industrie, verbessern wir (a) den Förderfluss in Sägewerken und (b) die Auftrags- und Schichtplanung in Sägewerken. Über das dazu notwendige Fachwissen verfügen die Konsortialpartner Fraunhofer Austria (KI und math. Modellbildung) und Sensolligent (IoT, Maschinenbau in der Holzwirtschaft). Gemeinsam entwickeln wir einen neuen Zugang zur KI-basierten, mathematischen Optimierung für Sägewerke, die auch für nicht KI-ExpertInnen und InformatikerInnen nutzbar sein wird. Diese Optimierung verbessert die Nutzung des nachhaltigen Rohstoffs Holz, ermöglicht durch verbesserte ökonomische Produktionsbedingungen die Holznutzung gegenüber nicht-nachhaltigen Rohstoffen attraktiver zu machen, und somit die Klimaziele und auch die lokalen Sägewerke vor Ort aktiv zu unterstützen.

Abstract

Wood is a sustainable resource that should be used in the best possible way and in a variety of ways to achieve climate goals. Non-optimal wood processing contradicts this social goal. The project "KI4Holz: Artificial Intelligence for better and more sustainable use of the natural resource wood" solves this problem. With the support of machine learning techniques and through mathematical optimizations in the wood processing industry, we improve (a) the conveyor flow in sawmills and (b) the order and shift planning in sawmills. The consortium partners Fraunhofer Austria (AI and math. modeling) and Sensolligent (IoT, mechanical engineering in the wood industry) have the necessary expertise to do this. Together, we are developing a new approach to AI-based mathematical optimization for sawmills that will also be usable by non-AI experts and non-computer scientists. This optimization improves the use of the sustainable resource wood, enables to make the use of wood more attractive compared to non-sustainable resources through improved economic production conditions, and thus actively supports the climate goals and also the local sawmills on site.

Endberichtkurzfassung

Holz ist ein vielseitig einsetzbarer, nachwachsender Rohstoff mit vielen Vorteilen: Es ist biologisch abbaubar, CO2-neutral, leicht zu verarbeiten und umweltfreundlich. Daher ist eine effiziente und ressourcenschonende Nutzung besonders sinnvoll. Sägewerke spielen dabei eine zentrale Rolle, da Optimierungen ihrer Prozesse nicht nur sie selbst, sondern auch die gesamte vor- und nachgelagerte Holzbranche positiv beeinflussen. Ein entscheidender Aspekt ihrer Kernkompetenz ist die effiziente Planung und der Betrieb ihrer Produktionslinien.

Projektziele

Ziel des Projekts KI4Holz ist die Optimierung von Sägewerken als zentrale Akteure der holzverarbeitenden Industrie. In diesem Kontext konzentrierte sich KI4Holz auf zwei wesentliche technische Ziele:

- (1) Zum einen sollten Methoden entwickelt werden, die durch bessere Maschinenkonfigurationen einen verbesserten Förderfluss ermöglichen.
- (2) Zum anderen sollten intelligente Methoden entwickelt werden, die eine optimierte Planung des laufenden Betriebs erlauben.

Projektergebnisse (Highlights)

Auf Grundlage realer Sägewerksanlagen von Geschäftspartnern der Firma Sensolligent wurde das Problem der Förderflussplanung detailliert beschrieben. Dies umfasst die Beschreibung des Gesamtprozesses, der relevanten Maschinen in der Produktionslinie sowie deren Parameter. Besonderes Augenmerk galt der Funktion und den Eigenschaften von Förderbändern, die sich als eine der Hauptkomponenten zur Steuerung und Optimierung des Förderflusses herausstellten.

Es wurden zwei Use-Cases betrachtet. In Use Case 1 werden - nach Übergabe von einem Kipptisch, der Holzstücke periodisch auf das erste Förderband abgibt - ausschließlich Förderbänder für den weiteren Quertransport verwendet. Use Case 2 beinhaltet zusätzlich einen Wurzelreduzierer sowie Transportbänder für den Längstransport.

Ein zu lösendes Problem in diesem Zusammenhang war die automatisierte Anpassung der Förderbandgeschwindigkeiten, um gewünschte Abstände zwischen den Holzstücken für nachfolgende Bearbeitungsschritte zu erzeugen. Diese Geschwindigkeitsanpassungen mussten minimal erfolgen, um gefährliche Schwingungen von Holzstücken oder Förderbändern zu vermeiden. Zur Lösung dieses Problems wurde es zunächst mathematisch/logisch beschrieben und analysiert.

Darauf aufbauend wurden ein Input-Datengenerator und ein Förderbandsimulator entwickelt. Der Generator basiert auf realen Bedingungen in Sägewerksanlagen und kann verschiedene Auftragssituationen simulieren - z.B. Mengen, Ankunftszeiten und Verteilung der zu bearbeitenden Hölzer. Der Simulator ermöglicht die automatische Anpassung der Förderbandgeschwindigkeit(en) sowie die Visualisierung der Effekte dieser Anpassungen.

Im Zentrum des zweiten Projektziels (Optimierung des laufenden Betriebs) steht folgendes Problem:

Die Planung im Sägewerksbetrieb beinhaltet die Entscheidung darüber, welche Stämme zur Sägelinie geleitet werden sollen, um das benötigte Schnittholz - wie Bretter und Balken - herzustellen und damit die Auftragsfristen einzuhalten. Sobald die Stämme aus dem Holzlager entnommen werden, durchlaufen sie den primären Sägevorgang, bei dem rohe Bretter oder Bohlen entsprechend bestimmter Schnittmuster zugeschnitten werden. Die Effizienz dieses Prozesses wird maßgeblich vom

gewählten Schnittmuster und dem Stammdurchmesser beeinflusst. Daher wird spezielle Sägesoftware eingesetzt, um den potenziellen Ertrag auf Basis von Schnittmustern und Stammmerkmalen zu bewerten.

Um jedoch eine bestmögliche Nutzung jedes Stammes sicherzustellen, führt die Herstellung bestimmter Produkte mit einem gegebenen Schnittmuster häufig auch zur unbeabsichtigten Produktion weiterer, möglicherweise nicht bestellter Produkte. Daher ist eine erweiterte Betrachtung mehrerer Aufträge notwendig, um die Entscheidungsfindung darüber zu verbessern, welche Stämme gesägt und welche Schnittmuster verwendet werden sollen.

Diese erweiterte Betrachtung wurde durch die Modellierung des Problems in mehreren Varianten als logisches (deklaratives) Programm umgesetzt (siehe Abb. 7). Dadurch ist nun die Berechnung optimaler Reihenfolgeplanungen in Sägewerken möglich. Darüber hinaus lässt sich das logische Programm einfach auf andere ähnliche Probleme anpassen und erweitern.

Projektkoordinator

- Fraunhofer Austria Research GmbH

Projektpartner

- Sensolligent GmbH