

**BACHELOR-/ MASTERARBEIT**

# **MACHINE LEARNING-BASIERTE GREY-BOX MODELLIERUNG VON VERSCHLEISS UND SCHÄDIGUNG IN 3D-DREHSIMULATIONEN BESCHICHTETER WERKZEUGE**

© Milling\_stock.adobe.com

## **BESCHREIBUNG**

Das Verhalten von Hartmetallwerkzeugen und deren Beschichtungen wird maßgeblich durch thermo-mechanische und tribologische Belastungen während des Zerspanprozesses beeinflusst. Insbesondere führen hohe Temperaturen, Spannungen sowie Kontakt- und Reibbedingungen zu plastischer Verformung und Schädigung der Beschichtung und des Substrats.

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein physikinformativer Machine-Learning-basierter Grey-Box Modellierungsansatz entwickelt werden, der 3D-Drehsimulationen mit datengetriebenen Methoden kombiniert. Ziel ist es, das Verformungs- und Schädigungsverhalten von Hartmetall und Beschichtungen zu analysieren sowie eine Machine-Learning-basierte Verschleißerkennung und -vorhersage für Werkzeuge und Triboversuche zu entwickeln.

Hierzu werden zunächst 3D-Finite-Elemente-Drehsimulationen durchgeführt, um Temperatur-, Spannungs- und Kontaktzustände im Werkzeug zu bestimmen. Diese physikalischen Größen werden anschließend in ein Machine-Learning-Modell (z. B. Neural Networks / PINN) integriert, um den Zusammenhang zwischen Prozessparametern, Materialverhalten und Verschleißentwicklung zu modellieren.

Das entwickelte Modell soll dazu beitragen, eine präzise Vorhersage des Werkzeugverschleißes zu ermöglichen und ein besseres Verständnis der Schädigungsmechanismen in Hartmetall und Beschichtungen zu liefern.

## **AUFGABEN**

- Durchführung von 3D-Drehsimulationen (Finite-Elemente)
- Analyse von Temperatur-, Spannungs- und Kontaktverteilungen
- Modellierung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens von Hartmetall und Beschichtungen
- Entwicklung eines Machine-Learning-Modells zur Verschleißerkennung

## **WEITERE INFORMATIONEN**

**Beginn:** flexibel, ab sofort möglich

**Dauer:** 3 - 6 Monate

**Fachrichtung:** Maschinenbau, Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen oder ähnliches

Kenntnisse in **Simulation, Python oder Machine Learning**

## **KONTAKT**

Amirmohammad Jamali M.Sc.  
Gebäude 10.92, Raum 601.5  
Tel.: +49 173 267 2698  
E-Mail: amirmohammad.jamali@kit.edu





**BACHELOR-/ MASTERTHESIS**

# **MACHINE LEARNING-BASED GREY-BOX MODELING OF TOOL WEAR AND DAMAGE IN 3D TURNING SIMULATIONS**

© Milling\_stock.adobe.com

## **DESCRIPTION**

The performance and lifetime of carbide cutting tools and their coatings are strongly influenced by thermo-mechanical and tribological loads during machining. High temperatures, stresses, and contact conditions lead to deformation and damage of both the coating and substrate.

This thesis aims to develop a physics-informed, machine learning-based grey-box modeling approach combining 3D turning simulations with data-driven methods.

The objective is to investigate the deformation and damage behavior of carbide and coatings, and to develop a machine learning-based tool wear detection and prediction framework based on simulation and tribological experiments. First, 3D finite element turning simulations will be conducted to extract temperature fields, stress distributions, and contact conditions. These physical insights will then be integrated into a machine learning model (e.g., neural networks or PINNs) to model the relationship between process parameters, material behavior, and tool wear.

The developed approach aims to enable accurate tool wear prediction and improve the understanding of damage mechanisms in coated carbide tools.

## **TASKS**

- Performing **3D turning simulations (FEM)**
- Analysis of **temperature, stress, and contact distributions** on the tool surface
- Modeling **deformation and damage behavior of carbide and coatings**
- Development of **machine learning models for tool wear prediction**

## **FURTHER INFORMATION**

Start: flexible / immediately possible

Duration: 3–6 months

Tools: Python, Marc Mentat

Location: Institute / laboratory

## **CONTACT**

Amirmohammad Jamali M.Sc.  
Building 10.92, Raum 601.5  
Tel.: +49 173 267 2698  
E-Mail: amirmohammad.jamali@kit.edu

