

# **POKROK.digital<sup>5</sup> - Realisierung eines Prototyps einer digitalen Lernplattform für die Fertigungsprozessplanung und -steuerung**

*Dipl.-Ing. Frank Arnold, Dipl.-Ing. Eric Wenkler, Dipl.-Berufspäd. Dirk. Wohlrabe<sup>6</sup>*

## **1 Einleitung**

Die Planung und Steuerung von Fertigungsprozessen ist ein wichtiger Bestandteil der täglichen Arbeit von Ingenieuren und Facharbeitern. Studierende der Ingenieurwissenschaften sowie auch Auszubildende kommen mit zu wenig praktischen Erfahrungen zum Studium und in die Ausbildung. Auch in der Studien- bzw. Ausbildungszeit können wertvolle Kompetenzen an Maschinen und Einrichtungen oft nicht erworben werden. Der Einsatz einer digitalen Lernplattform zur Vermittlung solcher Inhalte soll diesen unvorteilhaften Entwicklungen entgegenwirken und die entsprechenden Kompetenzen bei den Zielgruppen entwickeln helfen.

Das grenzüberschreitende Forschungsprojekt zwischen Partnern aus dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik entwickelt ein Gesamtkonzept für eine solche digitale Lernplattform und erarbeitet in dem Zusammenhang ein erstes Pilotsystem als Prototyp, um daraus wiederum Erkenntnisse für die Konzeption abzuleiten.

Die tägliche Praxis wird in Arbeitsprozessstudien in beiden Ländern erfasst und fließt in Form realitätsnaher Werkstücke, Arbeitsabläufe, Verfahren und Systeme in die Gestaltung der Plattform maßgeblich ein. Zudem wird ein umfangreiches Angebot verschiedenartiger Medien bereitgestellt. So unterstützen neben Text und Bild auch audiovisuelle Sequenzen, Simulationen u.a. die geistige Durchdringung der Zusammenhänge. Berufstypische Lern- und Arbeitsaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen unterstützen die Kompetenzentwicklung der Studierenden und Auszubildenden.

## **2 Empirische Grundlagen**

Als Ausgangspunkt für das zu entwickelnde Konzept mussten Fragen hinsichtlich der Anforderungen an die Kompetenzen der Fertigungsplanung und -steuerung der Lernenden an sächsischen und tschechischen Universitäten und berufsbildenden Schulen beantwortet werden. Ebenso mussten die aktuell vorhandenen Defizite in universitären Lehrveranstaltungen sowie im berufstheoretischen Unterricht zur Fertigungsplanung und -steuerung erfasst sowie ein Bezug zu den tatsächlich in Arbeitsprozessen im Alltag anzutreffenden Aspekten der Fertigungsplanung und -steuerung der Zielgruppen hergestellt werden.

Als Mittel zur Beantwortung der Fragen und zur Erfassung der grundlegenden Aspekte wurden Analysen durchgeführt. In Universitäten und berufsbildenden Schulen wurden Ordnungsmittelanalysen von Lehrveranstaltungen im Maschinenbau und von zerspanungstechnischen Berufen in Deutschland und Tschechien sowie

---

<sup>5</sup> Das Projekt POKROK.digital wird über das Kooperationsprogramm Freistaat Sachsen – Tschechische Republik 2014-2020 sowie aus Landesmitteln des Freistaates Sachsen bzw. aus Mitteln des Staatshaushaltes der Tschechischen Republik zur Kofinanzierung der EU-Fördermittel Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

<sup>6</sup> TU Dresden, Fakultät Erziehungswissenschaften, Institut für Berufspädagogik und berufliche Didaktik, Professur für Metall- und Maschinentechnik/ Berufliche Didaktik

Defizitanalysen zur Erfassung der bestehenden Schwachstellen, Schwierigkeiten und Probleme durchgeführt. In Arbeitsprozessanalysen wurden in deutschen und tschechischen Unternehmen Fertigungsaufträge hinsichtlich der Organisation ihrer Abarbeitung und der Kompetenzanforderungen an Fachkräfte untersucht.

Die Ergebnisse der Erhebungen im Rahmen der Ordnungsmittel-, Defizit- und Arbeitsprozessanalysen fanden Eingang in die Konzeption der digitalen Lernplattform.

## 2.1 Zielgruppen und angestrebter Kompetenzaufbau

Als Anwender aus Sicht der Lernenden stehen folgende Zielgruppen für den Einsatz der digitalen Lernplattform:

- Auszubildende an beruflichen Schulen und Bildungsträgern,
- Studierende unterschiedlicher Semester an Universitäten, Hochschulen und Berufsakademien sowie
- Weiterzubildende an beruflichen Schulen und Bildungsträgern.

Diese Zielgruppen sollen mit der Unterstützung und Anwendung der digitalen Lernplattform Kompetenzen in typischen Aufgabenbereichen aufbauen (Abb. 1).

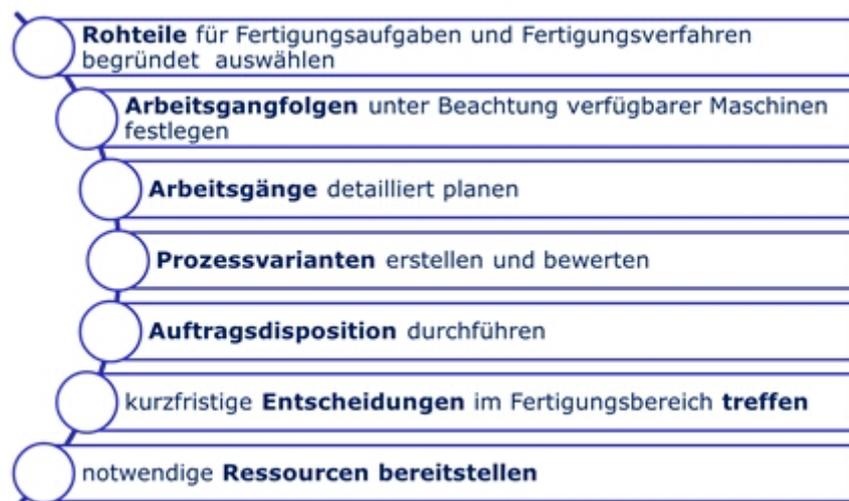


Abb. 1: Aufgabenbereiche für den Kompetenzaufbau der Zielgruppen

Zusätzliche Anwenderkreise stellen selbstverständlich die Lehrenden in den entsprechenden Einrichtungen dar, also Hochschullehrer, Berufspädagogen, Dozenten und Übungsleiter.

## 2.2 Fachinhalte

Die abzubildenden Fachinhalte der digitalen Lernplattform sind im Rahmen von drei Fachgebieten festgelegt /NHA-17, ARN-18a/:

- Fertigungsprozessplanung,
- Arbeitsgangausarbeitung und
- Fertigungssteuerung.

Ausgehend von einer Fertigungsaufgabe werden zunächst alle Fertigungsprozesse in einer Grobplanung aufgestellt. Im Anschluss wird jeder Arbeitsgang in der Detailplanung ausgearbeitet. Diese Planungsergebnisse werden dann der

Fertigungssteuerung zur Feinplanung übergeben, in deren Ergebnis die virtuelle Durchführung der Fertigung startet.

### 2.3 Lern- und Arbeitsaufgaben

Die digitale Lernplattform ist entsprechend der Kooperationspartner dreisprachig in deutscher, tschechischer und englischer Sprache auszulegen. Das ist nicht nur für die allgemeine Benutzung der Plattform zu berücksichtigen, insbesondere auch für die Lern- und Arbeitsaufgaben.

Die Lern- und Arbeitsaufgaben berücksichtigen den unterschiedlichen Kenntnisstand der Lernenden, weshalb in den sogenannten Stufen und Levels die Selbständigkeit und Unterstützung im Lernprozess variiert, woraus sich der Anspruch der Aufgaben ableitet (Abb. 3) /ARN-18a/.

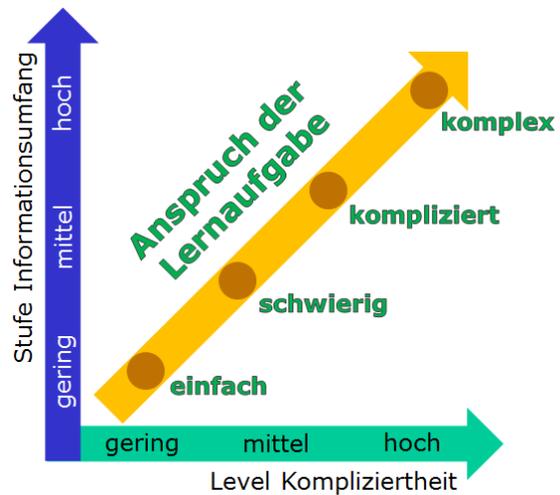


Abb. 3: Stufenmodell zum Informationsumfang und Levelmodell zur Kompliziertheit

Auf einer ersten Stufe werden durch die Plattform die wesentlichen Informationen und Planungsergebnisse bereits zur Verfügung gestellt. Der Lernende muss nur wenige Inhalte ergänzen. Diese Stufe dient auch dem Kennenlernen der Bedienung der Lernplattform und der Struktur der Lern- und Arbeitsaufgaben. Auf Stufe zwei nimmt die Selbständigkeit dahingehend zu, dass die Planung wie in der Realität von Anfang bis Ende selbst erarbeitet werden muss, d.h. die einzelnen Prozesse werden im Modul Fertigungsprozessplanung durch den Lernenden selbst in der richtigen Reihenfolge festgelegt und im Modul Arbeitsgangausarbeitung detailliert. Hierbei nimmt zwangsläufig der Umfang der notwendigen Informationen zu, welche ausgewählt bzw. festgelegt werden müssen. In der Stufe drei, der anspruchsvollsten Stufe, erfolgt die Steigerung analog (Abb. 4, Abb. 5).

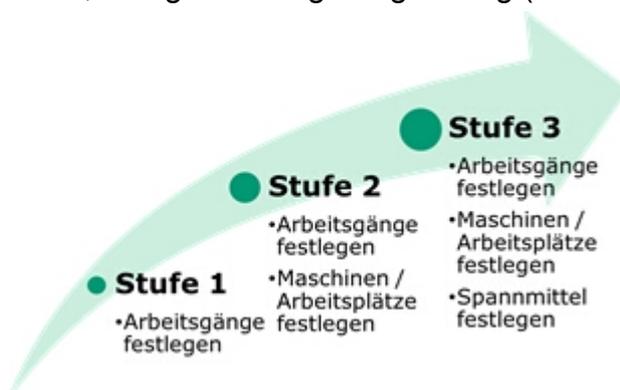


Abb. 4: Informationsumfang im Modul Fertigungsprozessplanung

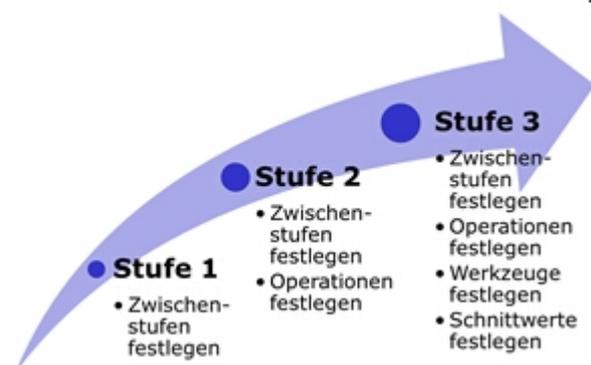


Abb. 5: Informationsumfang im Modul Arbeitsgangausarbeitung

Gleichermaßen wird der Lernende durch das Levelmodell mit einer Steigerung der Kompliziertheit konfrontiert. Als Ausdruck der Kompliziertheit wird der Bezug zum der Werkstück hergestellt, für welches die Fertigungsprozesse zu planen sind. Diese Kompliziertheitssteigerung in den Levels wird z.B. durch anspruchsvollere oder auch zahlreiche verschiedene Formelemente an einem Werkstück erreicht (Abb. 6).

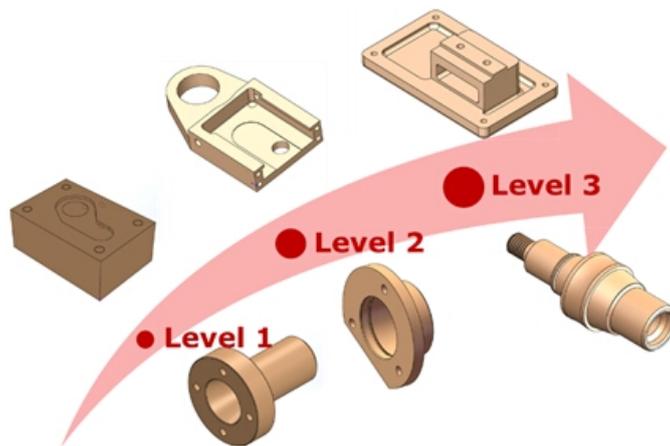


Abb. 6: Kompliziertheit der Werkstücke in den Modulen der Fertigungsprozessplanung und Arbeitsgangausarbeitung

## 2.4 Umsetzung als Pilotsystem

Mit der Festlegung der Fachinhalte wurde, neben der Weiterentwicklung und Detaillierung des Gesamtkonzeptes, parallel mit der Umsetzung als Pilotlösung begonnen. Hier übernahm die TU Bergakademie Freiberg die Umsetzung der Inhalte der Fertigungsprozessplanung, die TU Dresden die Inhalte der Arbeitsgangausarbeitung und die TU Liberec die Umsetzung der Inhalte der Fertigungssteuerung /ARN-18a/.

Als Software für die Umsetzung wurde das System Unity3D gewählt. Damit sind sowohl 2D-Inhalte für die Darstellung der Planungsergebnisse als Prozessgraphen (Abb. 7 und 8) als auch 3D-Inhalte für die Visualisierung der Fertigungssteuerung in einer virtuellen Werkstatt (Abb. 9) nutzbar.

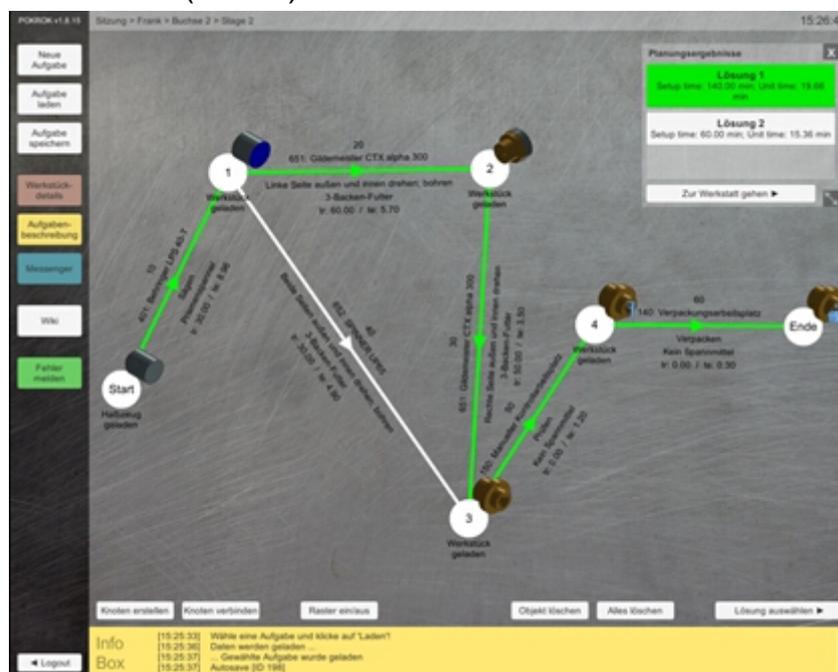


Abb. 7: Benutzungsoberfläche zum Modul Fertigungsprozessplanung

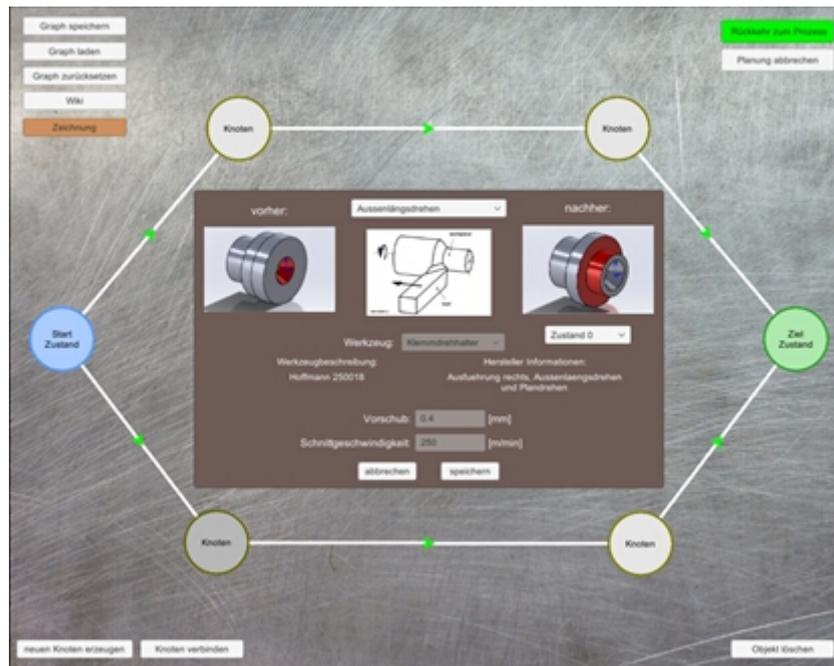


Abb. 8: Benutzungsoberfläche zum Modul Arbeitsgangausarbeitung



Abb. 9: Benutzungsoberfläche zum Modul Fertigungssteuerung

### 3 Zusammenfassung

Die Entwicklung einer Konzeption für eine digitale Lernplattform zum Kompetenzerwerb für die Fertigungsplanung und -steuerung von Fertigungsabläufen für die Herstellung von Werkstücken mit spanenden Prozessen ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Nach knapp 2 Jahren Projektlaufzeit wurde, ausgehend von durchgeführten empirischen Untersuchungen, ein Pilotsystem mit 3 Modulen zur Überprüfung der Konzeption erarbeitet. Dieses Pilotsystem umfasst die Fertigungsprozessplanung, die Arbeitsgangausarbeitung und die Fertigungs-

steuerung. Deren Inhalte werden mittels Lern- und Arbeitsaufgaben mit steigendem Anspruch vermittelt.

Die aktuelle Version des Pilotsystems wird an den beteiligten Hochschulen und berufsbildenden Einrichtungen in Sachsen und Tschechien einem Test mit den Zielgruppen unterzogen. Die Ergebnisse dieser ersten Testphase mit der Evaluierung fließen sowohl in die weitere Entwicklung der Pilotlösung als auch in die Weiterentwicklung und Verbesserung des Gesamtkonzeptes mit ein.

## Literatur

/ARN-18a/ Arnold, F.: Learning content and IT development. Oral Presentation for the 8th Project Meeting POKROK.digital, Freiberg, 06.12.2018

/ARN-18b/ Arnold, F., Nestler, A., Hoffmann, J., Wohlrabe, D., Koblasa, F., Nitzsche, S., Beneš, L.: Digitale Lernkonzepte für die grenzübergreifende Kompetenzentwicklung-POKROK.digital. Arbeitsgangplanung spanender Fertigungsprozesse. In: Nestler, A. (Hrsg.): Digitalisierung und Vernetzung von Systemen und Prozessen der spanenden Teilefertigung. Vortragsband zum 21. PAZAT-Fachkolloquium am 28.09.2018. Dresden: Selbstverlag TU Dresden, ISBN 978-3-86780-580-3

/NHA-17/ Nestler, A.; Hoffmann, J.; Arnold, F.: Konzeption zur Lernplattform POKROK.digital als Hilfsmittel für Lehrende und Lernende zur Fertigungsprozessplanung. Forschungsergebnisbericht 2017 der Arbeitsgruppe Produktionsautomatisierung, Zerspan- und Abtragtechnik. TU Dresden, 2017, S. 13-17