

SewGuide:

# Intelligente Echtzeit- Unterstützung des Anlernprozesses bei industriellen Nähmaschinen

Ziel des Forschungsprojekts ‚SewGuide‘ ist es, den Ausbildungsprozess in der maschinellen Fertigung mithilfe eines digitalen Anlernassistenten zu unterstützen, zu individualisieren und zu beschleunigen. Dazu werden mit S-GARD®-Schutzkleidungen der *Hubert Schmitz GmbH*, einem der führenden Unternehmen für moderne Schutzbekleidungen, ausbildungsrelevante Inhalte generiert und in ein digitales Format transformiert. Mit Fertigstellung der ersten digitalisierten Nähmaschine zeichnen sich sowohl Vorgehensmodelle als auch wertvolle Projektergebnisse ab, die branchenunabhängig wegweisend für die Ausbildung im Maschinenhandwerk sind. Über den Lehrprozess hinaus zeichnen sich weitere potenzielle Nutzen im Wissensmanagement sowie der Produktionsplanung in der handwerklichen Fertigung ab. Dieses Vorhaben wird mit Mitteln des *Bundesministeriums für Bildung und Forschung* unter dem Förderkennzeichen O2K19K013 gefördert. >

SewGuide:

# Intelligent Real-Time Support of the Learning Process for Industrial Sewing Machines

The aim of the research project ‚SewGuide‘ is to support, individualize and accelerate the training process in machine manufacturing with the help of a digital learning assistant. To this end, S-GARD® protective clothing from *Hubert Schmitz GmbH*, one of the leading companies for modern protective clothing, is used to generate training-relevant content and transform it into a digital format. With the completion of the first digitized sewing machine, both procedural models and valuable project results are emerging that are groundbreaking for training in the machine trade, regardless of the industry. Beyond the teaching process, further potential benefits are emerging in knowledge management as well as production planning in craft manufacturing. This project is funded by the *German Federal Ministry of Education and Research* under the grant number O2K19K013. >

Das Forschungsprojekt ‚SewGuide‘ zielt ab auf die Entwicklung eines wegweisenden Ansatzes, Lehre und das Wissensmanagement in der maschinellen Fertigung branchenübergreifend neu zu gestalten. Inhalte des Projekts sind die Entwicklung und Implementierung eines digitalen, interaktiven Lernassistenten, des SewGuide, der die Auszubildenden im Anlernprozess individuell unterstützen soll. Realisiert wird dies über eine industrielle Nähmaschine, aufgerüstet mittels eines Retrofit-Kits, das den Nähprozess in Echtzeit erfasst, anhand von Referenzdaten evaluiert und in ein Feedback für die Auszubildenden übersetzt. Der digital unterstützte Ausbildungsprozess dient dabei nicht nur der individualisierten Lehre für den Lehrling, sondern legt die Basis zur strukturierten, digitalen Erfassung von dessen Kompetenzen für die datengestützte Produktionsplanung. Das Projekt wird durch die *Hubert Schmitz GmbH*, als Experten in der Konfektionsindustrie, koordiniert und mit der *Formitas AG* sowie der *Tinkerforge GmbH* für die technische Umsetzung durchgeführt.

Das Ergebnis des bisher einjährigen Entwicklungsprozesses ist eine digitalisierte Nähmaschine, die sowohl Werkzeug als auch Schnittstelle zum Lernassistenten darstellt. Im Rahmen des Retrofit-Kits wurde die Maschine sensorisch mit einer Kamera, einem Drehzahlmesser und einem Fadenspannungssensor ausgestattet. Als Steuereinheit dient ein Raspberry Pi, welcher die Sensorik orchestriert, Daten in der Rolle eines Edge-Device vorverarbeitet und mit der Cloud-Plattform der Lehranwendung vernetzt. Über ein an der Nähmaschine befestigtes Tablet bedient der oder die Auszubildende die Lehranwendung, welche die Lehrinhalte und individuelles Feedback vermittelt. Die Lehranwendung selbst umfasst sowohl Lehrkapitel, die konkrete Fertigkeiten des Nähhandwerks fokussieren, als auch die Anleitung eines bereits definierten Werkstücks, das den spezifischen Produktionsprozess für eine Sicherheitsweste lehrt.

Im Lernprozess selbst profitieren die Auszubildenden von bereits vorstrukturierten Lehrmaterialien und der Rückmeldung zur Korrektur offensichtlicher Fehler. Dies reduziert die Beanspruchung von Fachexpert:innen, weil der Anlernprozess zum Großteil vom digitalen Assistenten übernommen wird. Aber allein die Erstellung der Lehrmaterialien, die für den SewGuide entsprechend strukturiert werden müssen, bietet das Potenzial, das Wissensmanagement des Handwerks erheblich zu verbessern. Am Projekt beteiligte Experten berichteten, dass deren Produktionsprozess erst mit der Erfassung in einer solch umfassenden Struktur ver-

The research project ‘SewGuide’ aims to develop a groundbreaking approach to redesigning teaching and knowledge management in machine manufacturing across industries. The content of the project is the development and implementation of a digital, interactive learning assistant, the SewGuide, which is intended to support trainees individually in the learning process. This is realized via an industrial sewing machine, upgraded by means of a retrofit kit, which records the sewing process in real time, evaluates it using reference data and translates it into feedback for the trainees. The digitally supported training process not only serves to provide individualized teaching for the apprentice, but also lays the foundation for structured, digital recording of their competencies for data-driven production planning. The project is coordinated by *Hubert Schmitz GmbH*, as experts in the ready-made clothing industry, and is carried out with *Formitas AG* and *Tinkerforge GmbH* for the technical implementation.

The result of the development process, which has taken one year so far, is a digitized sewing machine that is both a tool and an interface to the learning assistant (<image machine>). As part of the retrofit kit, the machine was sensor-equipped with a camera, a tachometer and a thread tension sensor. A Raspberry Pi serves as the control unit, which orchestrates the sensor technology, preprocesses data in the role of an edge device, and networks with the cloud platform of the teaching application. Using a tablet attached to the sewing machine, the trainee operates the teaching application, which provides instructional



Figure 1: Nähmaschine mit Retrofit-Kit (Kamera an Maschinenrückseite sichtbar) in aktueller Ausbaustufe

füßbar sei. Die Digitalisierung von Prozessanweisungen und Zeichnungen wurde um Lehrvideos angereichert und steht im Lehrassistenten nun mit interaktiver Navigation am modellierten Werkstück zur Verfügung (Figure 2).

Die entwickelte Lösung liefert die Grundlage für eine Vielzahl potenzieller Anwendungsfälle, zur Unterstützung der digitalen Produktion über den Lehrprozess hinaus. Über die Sensorik der digitalisierten Nähmaschine werden fertigkeit-kritische Größen erfasst und evaluiert. Diese Daten dienen nicht nur der Rückführung an den Lehrling, sondern auch der potenziellen Evaluation der Werker im Produktivbetrieb, in Auflösung einzelner Prozessschritte. Folglich ist eine Erfassung von Kompetenzprofilen der Werkenden denkbar, die in einer datengetriebenen Produktionsplanung hinzugezogen werden können. In einer solchen werden etwa besonders schwierige oder sicherheitskritische Prozessschritte von sehr erfahrenen Werkenden übernommen, um die Anforderungen an die Sicherheitsausrüstung zu gewährleisten.

Die Entwicklung der Lösung erfolgte in drei Abschnitten und ist größtenteils branchenunabhängig anwendbar: die Analyse des Handwerks, die Übersetzung in technische Erfassbarkeit und die Implementierung der Nutzeranwendung. In deren Bearbeitung gilt es stets, Bezug zum tatsächlich zu realisierenden Nutzen in der letztlichen Anwendung zu nehmen, um maßgebende Entscheidungen zu treffen. Wie dies die Ergebnisse der ‚SewGuide‘-Projektphasen beeinflusst hat, wird im Folgenden dargestellt.

content and individualized feedback. The teaching application itself includes teaching chapters that focus on specific sewing skills, as well as instruction on an already defined workpiece that teaches the specific production process for a safety vest.

In the learning process itself, trainees benefit from already pre-structured teaching materials and feedback to correct obvious mistakes. This reduces the demand on subject matter experts because the learning process is largely handled by the digital assistant. But the creation of the teaching materials alone, which have to be structured accordingly for the SewGuide, offers the potential to significantly improve the knowledge management of the craft. Experts involved in the project reported that their production process would not be available in such a comprehensive structure until it was recorded. The digitization of process instructions and drawings was enriched with instructional videos and is now available in the teaching assistant with interactive navigation on the modeled workpiece (see Figure 2).

The developed solution provides the basis for a variety of potential use cases, to support digital production beyond the teaching process. Using the sensor technology of the digitized sewing machine, skill-critical variables are recorded and evaluated. This data is not only used for feedback to the apprentice, but also for potential evaluation of the workers in productive operation, in resolution of individual process steps. Consequently, a collection of competence profiles of the workers is conceivable, which can be consulted in a data-driven



Figure 2: Development status: Exemplary process step of the teaching application

Die Analyse des Handwerks dient der ersten Strukturierung der zu lehrenden und erfassenden Fertigkeiten, um konkrete Lehrinhalte zu definieren. Das übergreifende Ziel ist es, den Lehrling in die Produktion zur Fertigung des angeforderten Werkstücks einzugliedern. Neben der Belehrung über die korrekte und sichere Nutzung der Industriemaschine ist dafür insbesondere die Herstellung eines Werks in geforderter Qualität zu erlernen. Folglich wurden zur Evaluation des Lernfortschritts Qualitätsmerkmale definiert, die sich im Kontext der Konfektionsindustrie auf die konkreten Größen Nahtzugabe, Nähgeschwindigkeit, Stichlänge, Fadenspannungen, „Kräuseln“ und Verzug der Stofflage beziehen. Damit der Lehrassistent auch Handlungsempfehlungen abgeben kann, sind kausale Zusammenhänge dieser und weiterer Prozessparameter oder physischer Größen zu ermitteln. Die technische Erfassung der notwendigen Größen erlaubt die ausreichende Bewertung eines Werkstücks.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass verschiedene technische Lösungen zur Erfassung eines Qualitätsmerkmals existieren. Die Definition der technischen Erfassung der Qualitätsmerkmale erfordert neben der Evaluation von möglichen Sensorlösungen insbesondere die Differenzierung, wann die Erfassung notwendig ist. Differenziert wird hier zwischen Größen, die bereits während des Prozesses verfügbar und messbar sind (etwa eine Motorengeschwindigkeit), und Größen, die sich erst am Ende eines Fertigungsprozesses ermitteln lassen (etwa korrekt montierte Teile). Maßgeblich für die Auswahl ist hier, wann die zu messende Größe Einfluss auf die Qualitätsmerkmale nimmt und ob die Messung der Größe den Prozess selbst beeinflusst. Aufgrund begrenzten Raumes zur Anbringung von Sensoren dient beim ‚SewGuide‘ eine Kameralösung in Kombination mit Bildverarbeitung zur Erfassung einiger der vorhin genannten Qualitätsmerkmale.

Die Implementierung der Lehranwendung entspringt aus verschiedenen Design-Workshops, in denen frühzeitig eine Integration der Potenziale über den Anlernprozess hinaus angestrebt wurde. Die Lehranwendung unterteilt sich daher in einen Lern- und einen Arbeitsmodus, der die eingangs definierten Lehrinhalte von den produktiven Produktionsprozessen trennt und dennoch einen vereinfachten Übergang in den produktiven Betrieb ermöglicht. Eine zentrale Übersicht des aktuell ausgewählten Werkstücks unterteilt den betrachteten Prozess in intuitiv wählbare Abschnitte. Aufgrund eventueller Sprachbarrieren zwischen den international verteilten Werken der *Hubert Schmitz GmbH*, implementiert die Anwendung eine vorwiegend sprachunabhängige Gestaltung, die sich positiv auf eine überschaubare Navigation auswirkt. Eine inte-

production planning. In such a system, for example, particularly difficult or safety-critical process steps are taken over by highly experienced plant operators in order to ensure that the safety equipment requirements are met.

The development of the solution was carried out in three stages and is largely applicable to all industries: the analysis of the craft, the translation into technical recordability and the implementation of the user application. In their processing, it is always important to refer to the actual benefits to be realized in the final application in order to make authoritative decisions. How this influenced the results of the ‘SewGuide’ project phases is presented below.

The analysis of the craft is used to first structure the skills to be taught and captured in order to define specific teaching content. The overall goal is to integrate the apprentice into the production process to produce the requested workpiece. In addition to instruction on the correct and safe use of the industrial machine, this requires in particular learning how to produce a workpiece of the required quality. Consequently, in order to evaluate the learning progress, quality characteristics were defined which, in the context of the ready-made clothing industry, relate to the concrete variables of seam allowance, sewing speed, stitch length, thread tensions, “crimping” and distortion of the fabric layer. In order for the teaching assistant to also be able to make recommendations for action, causal relationships between these and other process parameters or physical quantities must be determined. The technical recording of the necessary variables allows sufficient evaluation of a workpiece.

Basically, it can be assumed that various technical solutions exist for the detection of a quality characteristic. In addition to the evaluation of possible sensor solutions, the definition of the technical recording of quality characteristics requires in particular the differentiation of when the recording is necessary. A distinction is made here between variables that are already available and measurable during the process (such as a motor speed) and variables that can only be determined at the end of a manufacturing process (such as correctly assembled parts). The decisive factor for the selection here is when the variable to be measured influences the quality characteristics and whether the measurement of the variable influences the process itself. Due to limited space for mounting sensor technology, a camera solution in combination with image processing is used in the SewGuide to capture some of the quality features mentioned above.

The implementation of the teaching application stems from various design workshops in which the integration of potentials beyond the learning process was aimed for at an early stage. The teaching application is therefore divided into



grierte Gamification-Mechanik zeichnet die Fertigkeiten des oder der Werkenden auf, übersetzt diese zur (ausschließlich) eigenen Verfolgung des Lernfortschritts und motiviert ihn bzw. sie über Scoring-Bestenlisten, seine Fertigkeiten zu verbessern.

Mit Fertigstellung der ersten testbaren Nähmaschine hat das Projektteam ein verstärktes Interesse an der Verwendung des digitalen Lernassistenten und Motivation im Projektumfeld, das System umfassend zu testen, verzeichnet. Dies deutet auf eine gesteigerte Attraktivität des Handwerks durch moderne Lösungen hin, die dem Expertenschwund in klassischen Handwerksberufen entgegenwirken kann. Die tatsächliche Praktikabilität und Effektivität des SewGuide im Feld gilt es noch zu erforschen. Mit den noch ausstehenden Tests werden unter Aufsicht von Experten die Aussagefähigkeit der handwerksspezifischen Bewertungsfunktionen sowie die Nutzerfreundlichkeit der Anwendung im Kontext einer Sprachbarriere evaluiert. In potenziellen Folgeprojekten können die eingangs identifizierten Folgenutzen erforscht und der Einsatz des Assistenten im Kompetenzenmanagement sowie der Produktionsplanung analysiert werden.

a learning mode and a working mode, which separates the teaching content defined at the beginning from the productive production processes and yet enables a simplified transition to productive operation. A central overview of the currently selected workpiece divides the considered process into intuitively selectable sections. Due to possible language barriers between the internationally distributed plants of *Hubert Schmitz GmbH*, the application implements a predominantly language-independent design, which has a positive effect on a manageable navigation. An integrated gamification mechanism records the skills of the worker, translates them for (exclusively) personal tracking of learning progress and motivates him or her to improve his or her skills via scoring leaderboards skills via scoring leaderboards. With the completion of the first testable sewing machine, the project team has seen increased interest in using the digital learning assistant and motivation in the project environment to test the system extensively. This points to an increased attractiveness of the skilled trades through modern solutions that can counteract the loss of experts in classic skilled trades. The actual practicability and effectiveness of the SewGuide in the field still needs to be explored. Under the supervision of subject matter experts, the pending tests evaluate the meaningfulness of the craft-specific assessment functions as well as the user-friendliness of the application in the context of a language barrier. In potential follow-up projects, the impact benefits identified at the beginning can be researched and the use of the assistant in skills management and production planning can be analyzed.

ke

ke

If you have any questions, please do not hesitate to contact Sebastian Kremer.

**Project Title:** SewGuide

**Funding/Promoters:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF);  
Projektträger Karlsruhe – PTKA

**Funding no.:** 02K19K013

**Project Partner:** Formitas AG; S-GARD® Schutzkleidung | Hubert Schmitz GmbH; Tinkerforge GmbH

**Website:** [sewguide.fir.de](http://sewguide.fir.de)

This project is funded by the *German Federal Ministry of Education and Research* under the funding code 02K19K013.



Sebastian Kremer, M.Sc.  
Project Manager  
FIR e. V. at RWTH Aachen University  
Phone: +49 241 47705-515  
Email: [Sebastian.Kremer@fir.rwth-aachen.de](mailto:Sebastian.Kremer@fir.rwth-aachen.de)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA  
Projektträger Karlsruhe  
Karlsruher Institut für Technologie