



Entwicklung eines echtzeitdatengestützten digitalen Anlernassistenten

07.12.2021 – Sebastian Kremer, Projektmanager im Forschungsprojekt SewGuide

Agenda



1	Rückblick auf den ersten Seminarteil	09:00 – 09:05
2	Design einer Lehranwendung	09:05 – 09:20
3	Kopplung von Daten und Lehranwendung	09:20 – 09:30
4	Testergebnisse und Ausblick	09:30 – 09:45
5	Fragen und Diskussion	09:45 – 10:00

SewGuide – Der digitale Lernassistent in der Konfektionsindustrie



Ausgangslage: Mangel an Experten

- Abwanderung der Bekleidungsindustrie nach Asien verschärft den Fachkräftemangel: Schwund von Expertenwissen
- Ohne Nachwuchskräfte stagnieren die Innovationen in den Spezialtextilproduktionen
- Digitale Unterstützungssysteme für die Bekleidungsindustrie erfordern hohe, finanzielle Aufwände und bedingen einen Eingriff in die bestehende Infrastruktur.

Forschungsprojekt SewGuide

- Wissensmanagement des Nähhandwerks
- Entwicklung eines digitalen Lernassistentensystems zur Unterstützung des Ausbildungsprozesses
- Implementierung eines Retrofit-Kits zur Digitalisierung einer Nähmaschine

KMU-Innovativ Projekt, gefördert durch das Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02K19K013



Die digitale Erfassung eines Maschinen-Handwerks leitet sich zur Evaluation der Werkenden-Fertigkeiten von nutzenorientierten Qualitätsmerkmalen ab



STRUKTURIERUNG DES HANDWERKS



Maschinen Bedienung



Domänen-spezifische Sprache



Fertigkeit des Werkenden

DEFINITION VON QUALITÄTSMERKMALEN



Produkt-Qualität



Qualitätsmerkmale



Sekundäre Merkmale (etwa Prozessgeschwindigkeit)



ANALYSE DER EINFLUSSGRÖßEN

MESSBARE EINFLUSSGRÖßE



Vor dem Prozess

MESSBARE EINFLUSSGRÖßE



Während des Prozesses

MESSBARE EINFLUSSGRÖßE



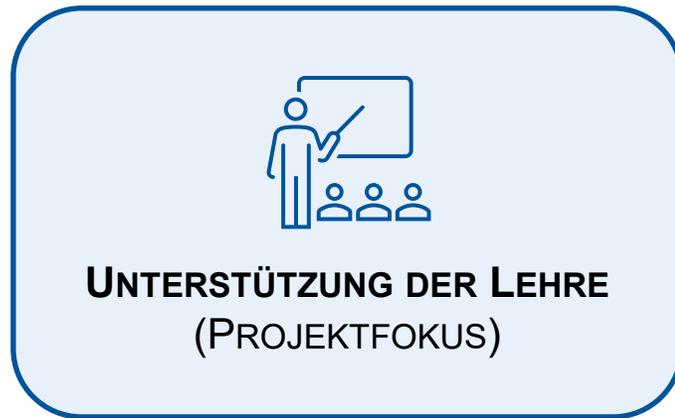
Nach dem Prozess

EVALUATION DER OPTIONEN

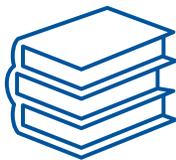


Implikationen für die Ziele / den Use Case

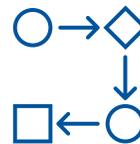
Die digitale Erfassung eines Maschinen-Handwerks bedient verschiedenste Anwendungsfälle, von denen die Unterstützung der Lehre hier vorgestellt wird



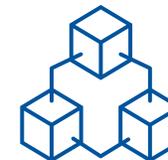
QUALITÄTSSICHERUNG



WISSENSMANAGEMENT



UNTERSTÜTZUNG DER
PRODUKTIONSPLANUNG



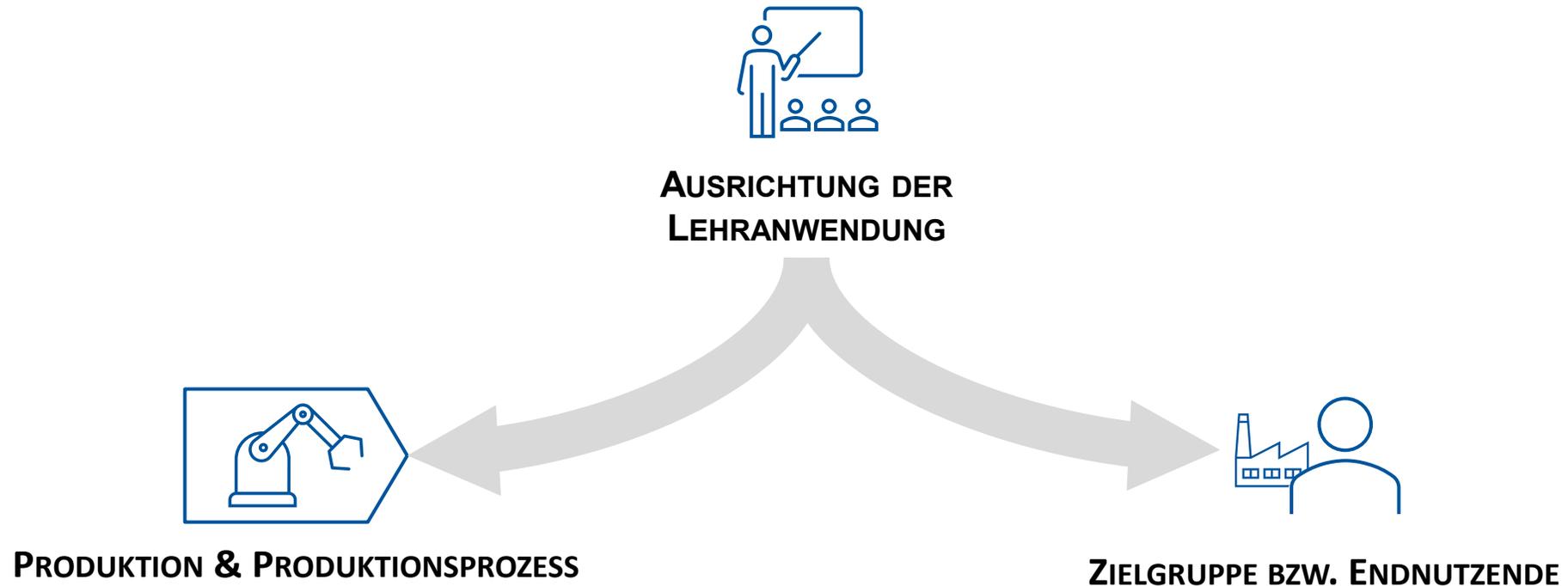
INDUSTRIE 4.0 USE CASES

Agenda



1	Rückblick auf den ersten Seminarteil	09:00 – 09:05
2	Design einer Lehranwendung	09:05 – 09:20
3	Kopplung von Daten und Lehranwendung	09:20 – 09:30
4	Testergebnisse und Ausblick	09:30 – 09:45
5	Fragen und Diskussion	09:45 – 10:00

Die korrekte Ausrichtung der Lehranwendung auf die verfolgten Ziele erfordert die Betrachtung der Produktionsumgebung und der Zielgruppe



An erster Stelle im Design einer Lehranwendung steht die Analyse des Anwendungsfalls hinsichtlich der Rahmenbedingungen und verfolgten Ziele



ANALYSE DER PRODUKTION

Ziele der Lehranwendung

- Bedienung des korrekten Kontexts (bspw. Maschinenbedienung, Grundlagen des Handwerks, Lehre neuer Prozesse/Werkstücke)
- Angemessene Integration in die Produktion (bspw. abgegrenzte Lehre, Verankerung im produktiven Prozess)

Rahmenbedingungen der Produktion

- Gesetzliche Vorgaben in der Industrie bzw. der Region
- Ablauf des Produktionsprozesses
- Einschränkungen durch die Maschinenbedienung

Design-Entscheidungen im Projektkontext SewGuide

- Allgemeiner Produktionsprozess gliedert sich in Teilwerkstücke
→ Lehrkapitel **entlang des Prozesses teilen** und bewerten
- Fokus liegt auf Ausbildung von Lehrlingen und neuen Prozessen
→ Lehre des Grundhandwerks mit einem **Tutorial-Prozess**
- Überliegendes Ziel ist Entlastung von Experten in der Lehre
→ **Extra Peripherie** für Lehrlinge zur Interaktion mit Experten



ANALYSE DES WERKENDEN (ENDNUTZER:IN)

Ziele der Lehranwendung

- Für den Lehrling erfassbare Vermittlung der Inhalte
→ Komplexität der Inhalte und Intuitivität der Anwendung
- Unterstützung des natürlichen Lernprozesses
→ „die richtige Information zur richtigen Zeit“

Rahmenbedingungen der Zielgruppe

- Grundlegende Erfahrung der Zielgruppe im Handwerk
- Notwendige Qualifikationen
- Umweltbedingte Einflüsse, wie bspw. Bildungsstand

Design-Entscheidungen im Projektkontext SewGuide

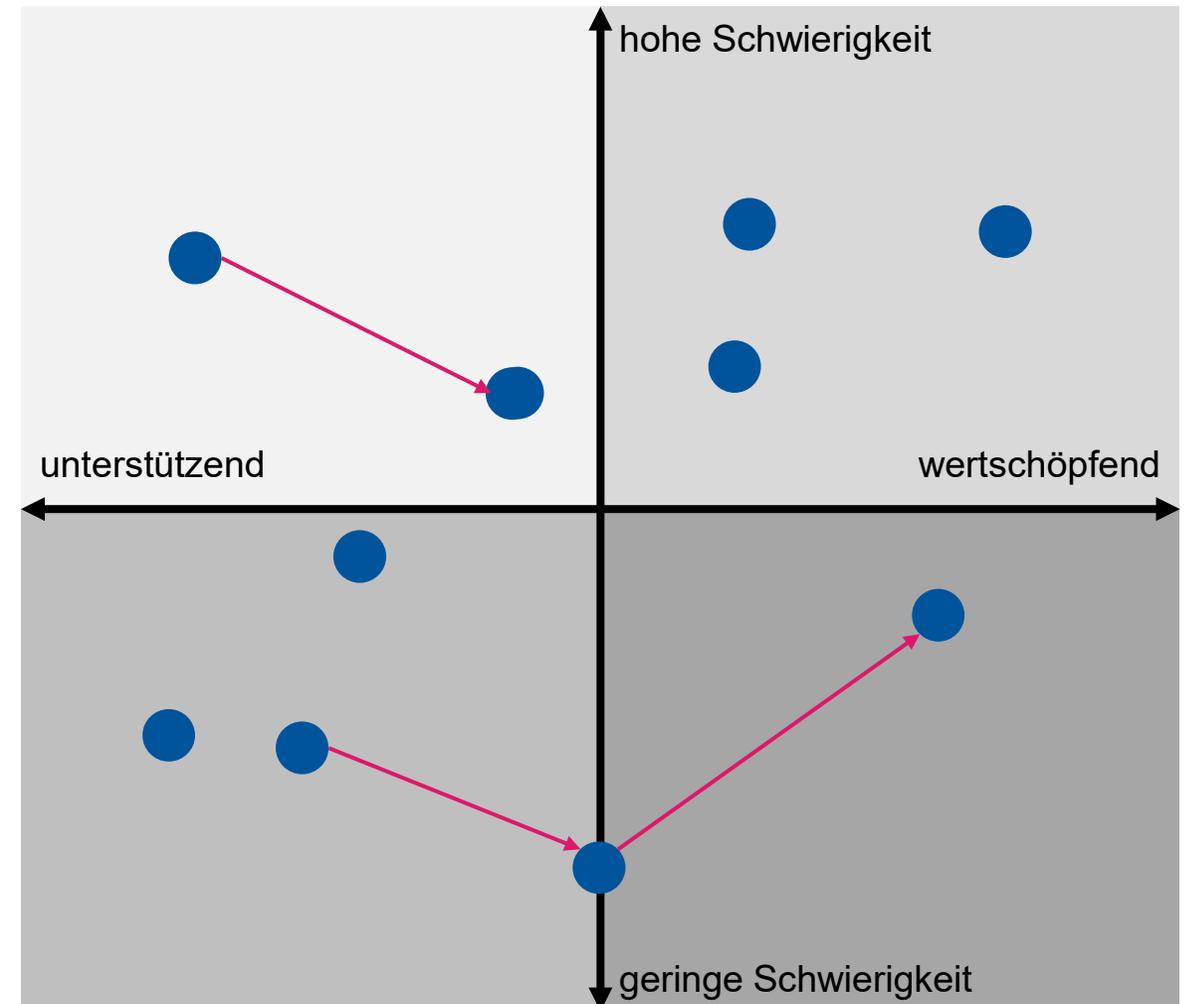
- Ausbildung von Anfängern und in der Produktion Arbeitende
→ **Unterteilung der Anwendung** in Ausbildungsstand
- Stark variierende Gruppe an Nationalitäten und Bildungsständen
→ Notwendigkeit einer **sprachunabhängigen Anwendung**
- Vertrautheit der Werker mit mobilen Endgeräten
→ Design der Anwendung als **mobile Web-Anwendung**

Zur Strukturierung der Lehrinhalte werden die handwerklichen Grundfertigkeiten und die zu betrachteten Prozessschritte bewertet



Methodische Aufnahme und Strukturierung von Lehrinhalten für den digitalen Lernassistenten

- Erfassung von Prozessen sowie Definition von „klassischen“ handwerklichen Fertigkeiten ●
 - Kategorisierung der Schritte / Fertigkeiten nach Schwierigkeit und Wertschöpfungsrelevanz
 - *Optional: Erfassung von Abhängigkeiten* →
 - Clustering der Elemente zur Ableitung von Grundfertigkeiten / Inhalte für Fortgeschrittene
- Die Ergebnisse dienen in erster Linie dem prozessualen und handwerklichen **Wissensmanagement**
- Mit der Erfassung ist Grundlage für die Erstellung von **Lehrkapiteln nach Fertigkeit und Prozess** geschaffen



Ermittlung der Fertigkeiten im Forschungsprojekt SewGuide

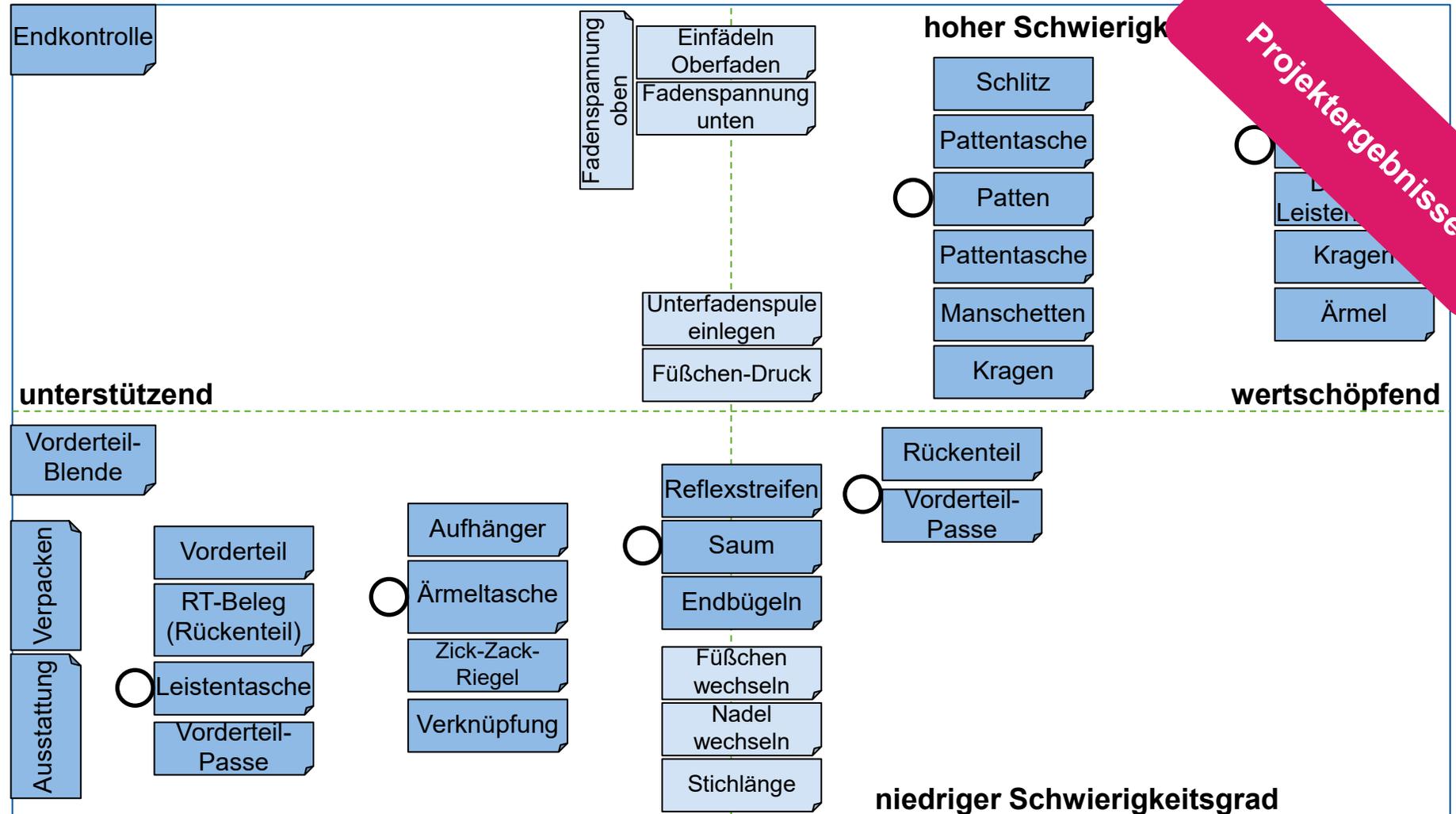


SewGUIDE

Workshop-Ergebnis:

Legende:

- Fertigkeiten
- Fertigkeiten für das Materialhandling
- Schwierigkeit der Fertigkeiten in Blöcken

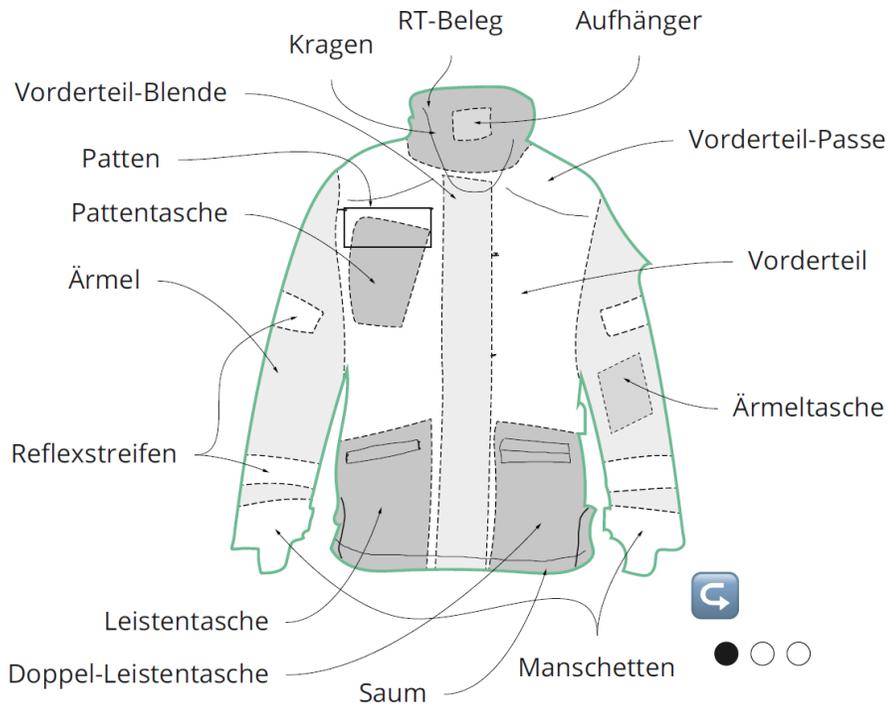


Projektergebnisse

Auszüge der Design-Workshops für SewGuide



SewGUIDE



Pattentasche - 32

Schritt 5:
Die Seiten werden, gemäß der Nahtzugabe, mit Doppelstepstich vernäht.

1.

Navigation: 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37

Navigation: 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37

The image shows a screenshot of the SewGUIDE app interface. It displays a step-by-step guide for creating a patch pocket. The current step is Step 5, which involves sewing the sides of the pocket with a double-step stitch. The interface includes a progress bar at the bottom with numbered steps from 26 to 37, where step 32 is currently selected. There are also icons for a sewing machine, a smartphone, and a graduation cap, along with a search icon and a refresh icon.

Die Lehranwendung teilt sich zur präziseren Adressierung von Lehrlingen und Fortgeschrittenen in zwei Modi ein – dem Lernmodus und dem Arbeitsmodus



SEPARATE LEHRKAPITEL FÜR ANFÄNGER

Inhalte

- Vorstellung der Maschinen und ihrer Bedienung
- Darstellung selbst-durchführbarer Wartungsprozesse
- „Tutorial Story“ zur Lehre der Grundfertigkeiten



Maschinen
Bedienung



Domänen-spezifische
Sprache → Symbolik



Fertigkeit
des Werkenden



PRODUKTIONSFÄHIGE PROZESSKAPITEL

Inhalte

- Lehre der Fertigungsprozesse nach gewähltem Werkstück
- Lehrmodus zur Lehre der Produktionsschritte
- Arbeitsmodus zur freien Arbeit und Evaluation des Werkstücks



Domänen-spezifische
Sprache → Symbolik



Fertigkeit
des Werkenden

Replizierbare Design Entscheidungen

- Aufteilung der Anwendung nach Zielgruppe in Arbeits- und Lernmodus dient der präziseren Adressierung
- Die Strukturierung der Lehrinhalte nach betrachtetem Werkstück und entlang des Prozesses fördert den Lehrkontext für den Lehrling während der Lehrtätigkeit
- Sprachunabhängige Darstellung vereinfacht Bedienbarkeit der Anwendung

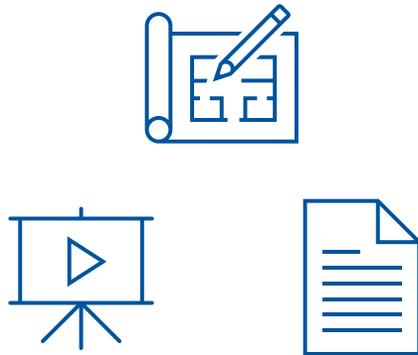
Agenda



SewGUIDE

1	Rückblick auf den ersten Seminarteil	09:00 – 09:05
2	Design einer Lehranwendung	09:05 – 09:20
3	Kopplung von Daten und Lehranwendung	09:20 – 09:30
4	Testergebnisse und Ausblick	09:30 – 09:45
5	Fragen und Diskussion	09:45 – 10:00

Das SewGuide-Lehrassistenzsystem integriert vorab angefertigte mediale Lehrinhalte sowie Echtzeitdaten der Retrofit-Lösungen



MEDIALE INHALTE

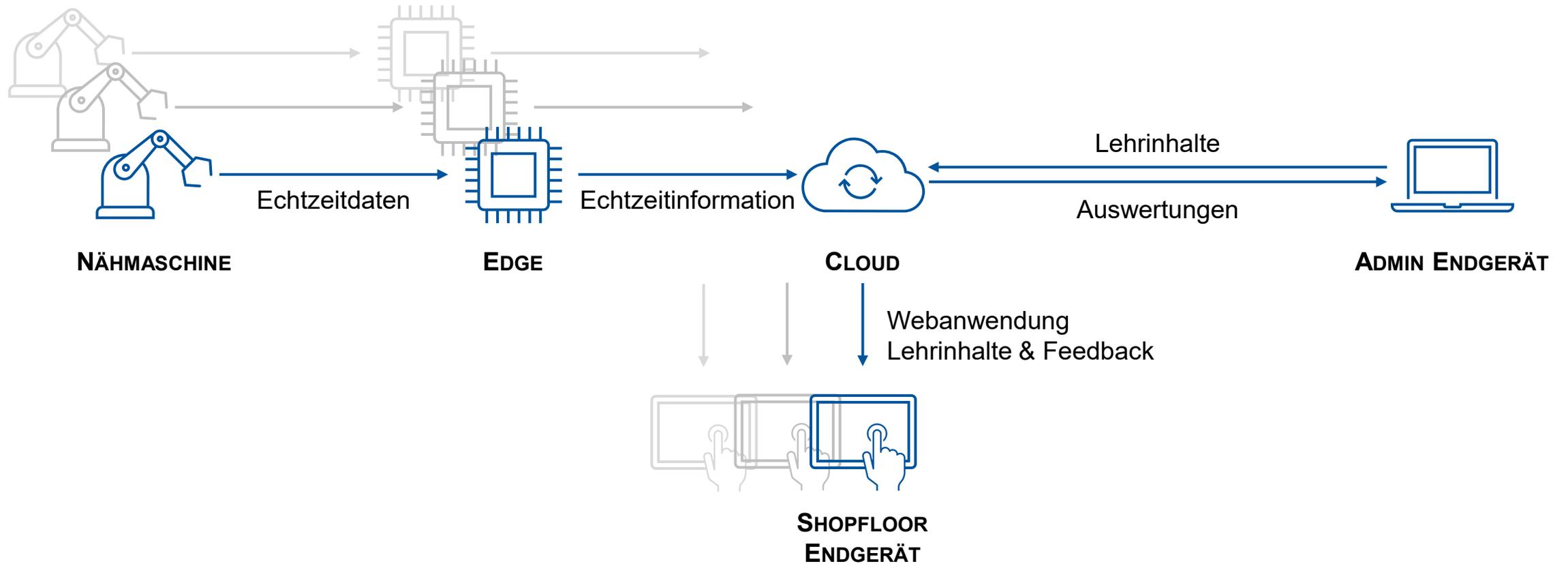
- Zeichnungen: graphische Abbildung der Werkstücke und zu tätigen Prozessschritten
→ Primäres Lehrmittel
- Videos: Aufnahme von Experten durchgeführten Prozessschritten aus verschiedenen Perspektiven
→ Sprachunabhängige Prozessklärung
- Prozessbeschreibung
→ Fallback-Lösung



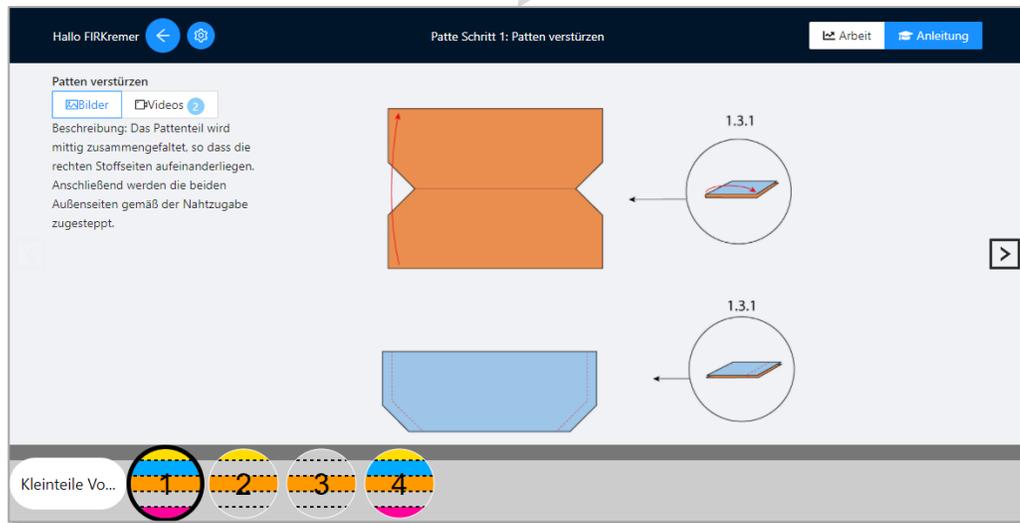
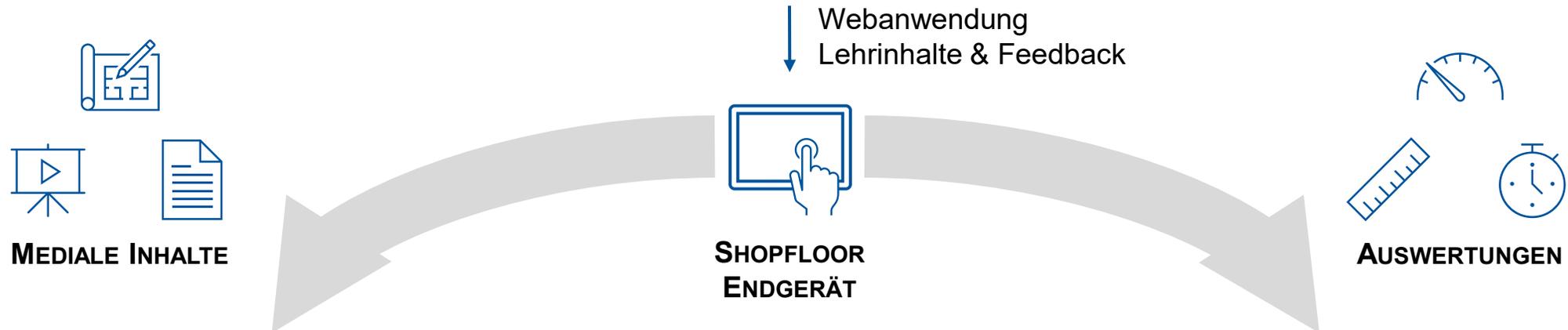
- Nahtzugabe: durch Kamera erfasste Entfernung von Naht zum Stoffrand
→ Messung der Naht-Genauigkeit
- Motorendrehzahl: berührungslose Messung der Drehzahl direkt am Motor
→ Basiswert für weitere Evaluationen
- Oberfadenspannung: Spezielsensor zur Messung der auf dem Faden liegender Spannung
→ Messung von Konfiguration & Fehlerdetektion

Erfassung weiterer Größen prozess- oder aufwandstechnisch nicht im Projekt umsetzbar

Die Integration der Daten in die Nutzeranwendung verfolgt den Edge Ansatz und erlangt durch eine Cloud-Plattform weitere Flexibilität



Die Integration von Lehrinhalten und Echtzeitdaten teilt sich zur Entlastung der Nutzenden auf die entsprechenden Modi auf



LERNMODUS INTEGRIERT DIE LERNINHALTE

ÜBERGANG BEI PROZESS-DURCHFÜHRUNG



ARBEITSMODUS INTEGRIERT DIE ECHTZEITDATEN

Die Rückschlüsse auf die Fertigkeit des Werkenden ermöglichen der Anwendung den Lehrfortschritt im Kontext spezifischer Prozessschritte zu verfolgen



Weitere Analysen auf Basis der Echtzeitdaten

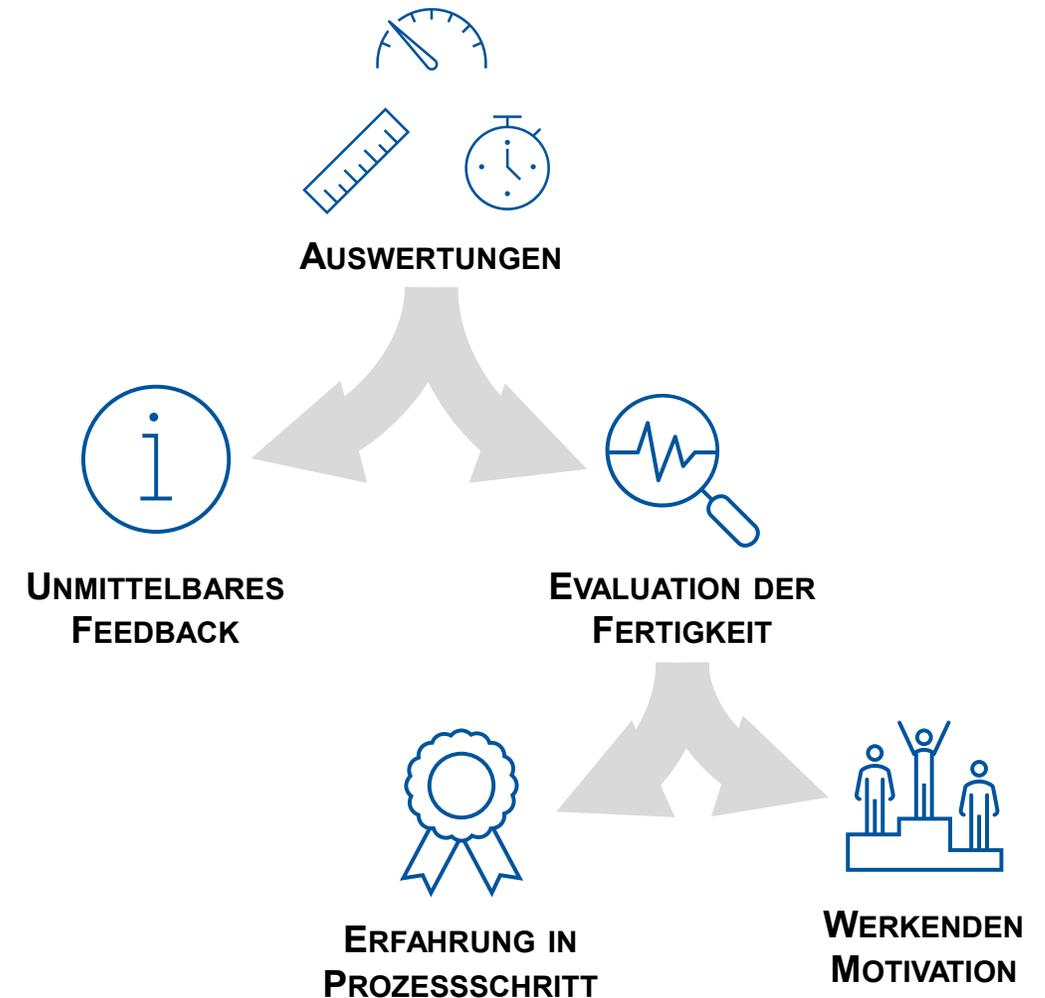
- Auswertungen dienen der Ableitung unmittelbarer Handlungsempfehlungen in der Lehre
- Darüber hinaus können weitere Rückschlüsse auf die Fertigkeiten der Werkenden gezogen werden
- Es bedarf einem Scoring-Verfahren

Entwicklung eines Scorings in SewGuide

- Bewertung anhand der Werker-Geschwindigkeit in drei Qualifikationsklassen
- Aufnahme von Referenzprofilen durch Experten für jeden Prozessschritt
- Zur Präzisierung der Bewertung können iterativ Qualitätsmerkmale hinzugezogen werden

Nutzen im Rahmen von SewGuide

- Prozess-spezifisches Evaluation der Erfahrung
- Transparenz über Bewertung der Fertigkeiten und Tracking des eigenen Lernfortschritts
- (spezieller Fall) Motivation der Werkenden



Agenda



1	Rückblick auf den ersten Seminarteil	09:00 – 09:05
2	Design einer Lehranwendung	09:05 – 09:20
3	Kopplung von Daten und Lehranwendung	09:20 – 09:30
4	Testergebnisse und Ausblick	09:30 – 09:45
5	Fragen und Diskussion	09:45 – 10:00

Live Demo der Webanwendung

Hallo FIRKremer  Jacke

Liste < 1 2 >



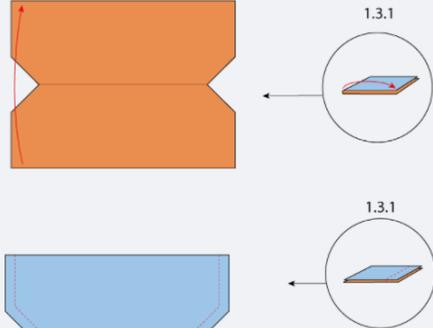
sewguide

Hallo FIRKremer <  Patte Schritt 1: Patten verstärken Arbeit Anleitung

Patten verstärken

Beschreibung: Das Pattenteil wird mittig zusammengefaltet, so dass die rechten Stoffseiten aufeinanderliegen. Anschließend werden die beiden Außenseiten gemäß der Nahtzugabe zugestept.



1.3.1

1.3.1

Kleinteile Vo...    

Bitte nimm diesen Arbeitsschritt auf, um ihn zu vergleichen.

Zeige nur Referenzgraph Deine Aufnahme



0.0s 0.6s 1.2s 1.8s 2.4s 3.0s 3.6s 4.2s 4.8s 5.4s 6.0s

REF: Mot...

Level **Geschw.** **Ref.z.** **Deine Zeit** **Ref. D.** **Deine D.** **Urteil**

Anfänger	500	1.1Sek	292	?	?	?
Fortges.	1000	0.0Sek	0	?	?	?
Profi	1500	0.0Sek	0	?	?	?
Gesamtzeit		6.0Sek		?	?	?

Fein Einst.

Bitte warten, Daten werden geladen

Aufnahme 



Kleinteile Vo...    

Trotz Unverfügbarkeit der realen Produktionsumgebung konnten die Funktionen des SewGuide mit Probanden verschiedener Erfahrungen getestet werden



Probanden ignorierten textuelle Hinweise und navigierten souverän

INTUITIVITÄT DER ANWENDUNG



Erfahrene Nähende wurden durch die Lehranwendung ausgebremst und unsicherer

BEHINDERUNG VON EXPERTEN IM FERTIGUNGSPROZESS



Unerfahrene Probanden agierten sehr selbstbewusst im Lehrvorgang

SCHNELLE BEFÄHIGUNG VON ANFÄNGERN



Für ein Echtzeit-Feedback scheint das Nähhandwerk vergleichsweise ungeeignet

FEEDBACK-ZEITPUNKT NICHT OPTIMAL



Experten erkannten im direkten Lehr-Vergleich hohes Potenzial

ENTLASTUNG VON EXPERTEN IN LEHRE

Aktueller Projekt Standpunkt SewGuide

- Anreicherung der Lehrinhalte zur Abdeckung von Basis Maschinenbedienung, Wartung und Fachbegriffen
- Re-evaluation der Scoring-Funktion
- Evaluation der Ableitung weiterer Qualitätsmerkmale mit bestehender Sensorik

Die Klassifizierung der Einflussgrößen von Qualitätsmerkmalen unterstützt das letztendlich verfolgte Ziel der digitalen Erfassung



SewGUIDE



Aus Teil 1

Maschinen-Einstellungen

- Vor Start des Prozesses messbar und korrigierbar
- Evaluation notwendig, ob Einstellungen im Sinne von Retrofitting umsetzbar sind
- Erfordert Abgleich mit Referenz-Werten des prototypischen Prozesses

→ Eignet sich bspw. zur Erfassung von Wartungsbedarfen (Messung einer kontinuierlichen Parameterabweichung)

Echtzeit-Prozessparameter / Handwerk

- Während Durchführung des Prozesses messbar
- Ist oftmals aufwendiger umzusetzen
- Evaluation notwendig ob Korrektur bereits während des Prozesses möglich / notwendig ist
- Liefert oftmals bessere „Einsicht“

→ Eignet sich insbesondere für Lehrsysteme, die noch im Prozess agieren

Produktqualität

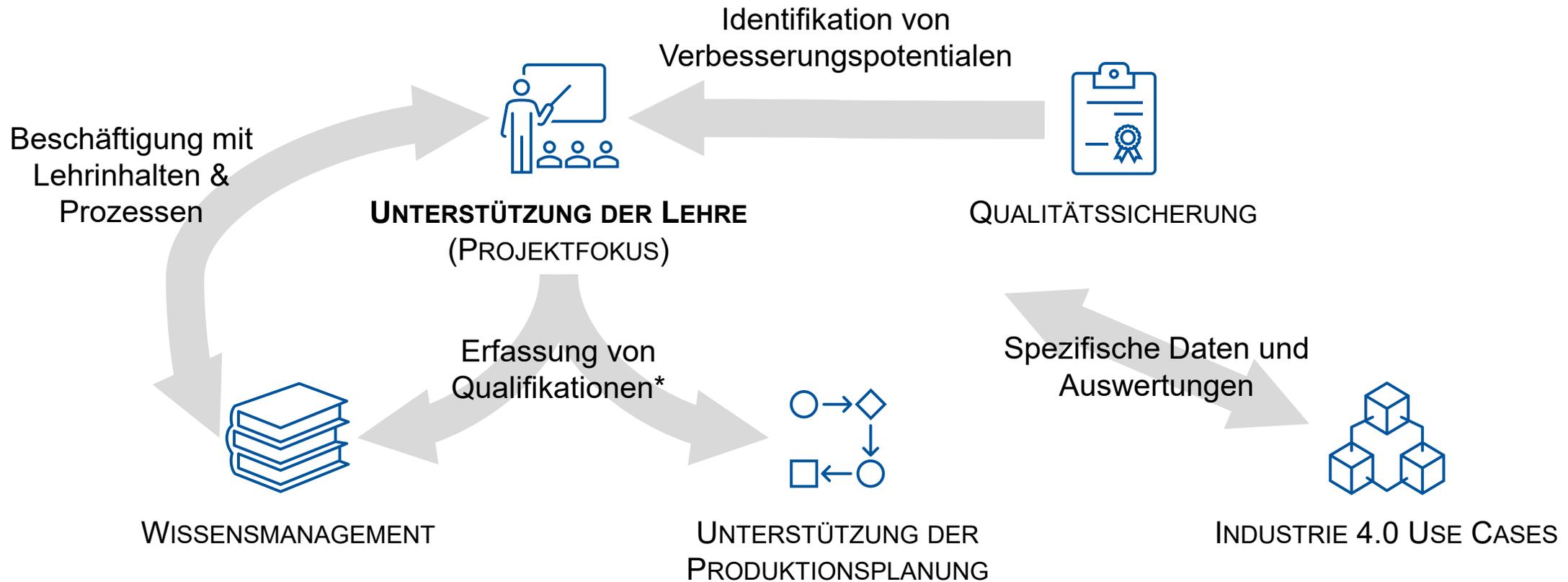
- Am fertigen Werk, nach Beendigung des Prozesses, messbar
- Erfordert (generell) zerstörungsfreie Messung des Werkstücks
- Zu diesem Zeitpunkt ist keine Steuerung oder Regelung des Prozesses mehr möglich

→ Genügt oftmals für die automatisierte Qualitätssicherung

Wahl der Messmethode

Die Wahl der Messmethode ist von dem verfolgten Ziel abhängig, je nachdem wann die Größen technisch erfasst werden kann und wann die Information im Verlauf des Prozesses verfügbar sein muss.

Die digitale Erfassung eines Maschinen-Handwerks eröffnet den Spielraum für verschiedene Anwendungsfälle mit hohem Synergiepotential



Agenda



SewGUIDE

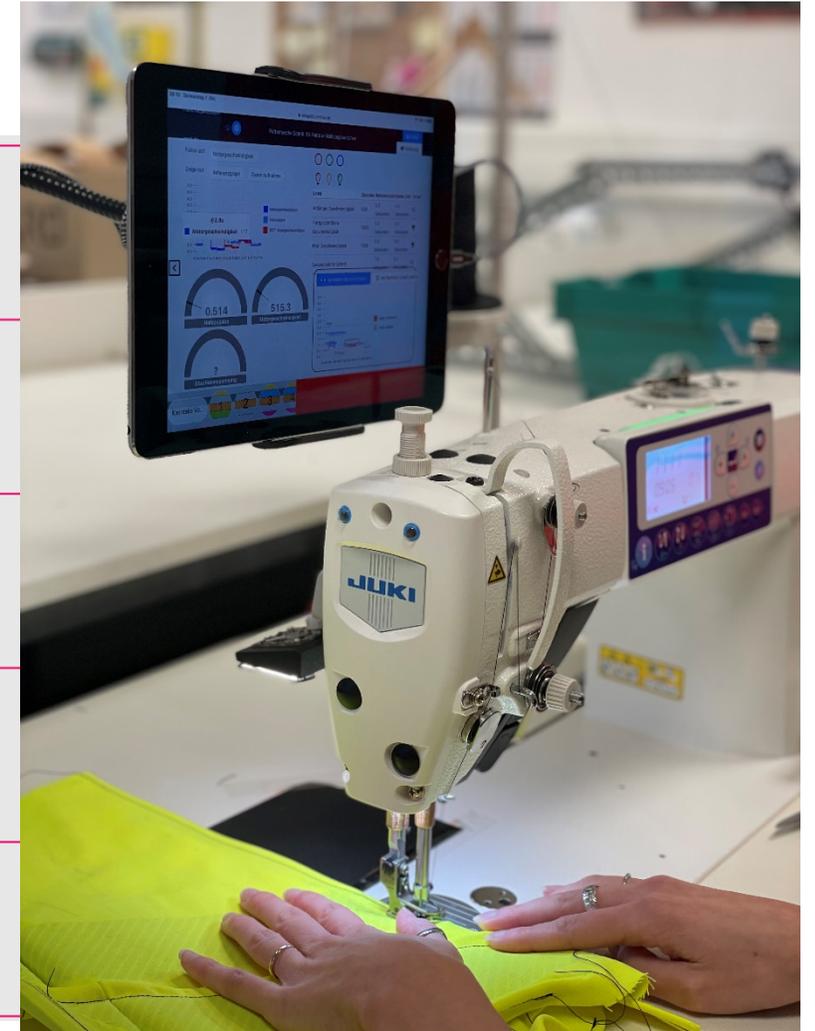
1	Rückblick auf den ersten Seminarteil	09:00 – 09:05
2	Design einer Lehranwendung	09:05 – 09:20
3	Kopplung von Daten und Lehranwendung	09:20 – 09:30
4	Testergebnisse und Ausblick	09:30 – 09:45
5	Fragen und Diskussion	09:45 – 10:00

Erkundigen Sie sich jederzeit zu unserem Angebot an Online-Seminaren



→ Weitere Information unter
<https://www.fir.rwth-aachen.de/veranstaltungen/online-seminare/>

08.12.21	Online-Seminar Projekt „STAFFEL“: Kick-off-Veranstaltung
03.02.22	Online-Seminar Service Level Agreements
10.02.22	Online-Seminar So bestimmen Sie den Reifegrad ihres digitalen Service Portfolios
17.02.22	Online-Seminar Vertrieb digitaler Produkte
10.03.22	Online-Seminar Customer Journey



Kontaktieren Sie mich gerne bei weiteren Rückfragen oder zur Auskunft von Projektinhalten sowie aktuellen Themen am FIR



SEBASTIAN KREMER



***Projektleitender Projektmanager
Informationsmanagement***

www.fir.rwth-aachen.de

fir an der
RWTH Aachen
FIR e. V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55 · 52074 Aachen · Germany

Sebastian Kremer
M.Sc.
Fachbereich Informationstechnologiemanagement

Telefon: +49 241 47705-515
Mobil: +49 177 5790 410
E-Mail: Sebastian.Kremer@fir.rwth-aachen.de