

Gestaltung einer kontextsensitiven Assistenzlösung für manuelle Arbeitsprozesse am Beispiel der Aufbereitung von Mechatronik-Baugruppen

Matthias HAUPTVOGEL¹, Klaus KLEIN², Tina HAASE¹

¹ *Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF,
Sandtorstraße 22, D-39106 Magdeburg*

² *AUDI AG,
I/P4-21, D-85045 Ingolstadt*

Kurzfassung: Audi bereitet gebrauchte Mechatronik-Baugruppen, die den Gangwechsel in Fahrzeugen mit Automatikgetriebe steuern, wieder auf. Am Ende des Prozesses werden die Mechatroniken geprüft. Wird in der Prüfstation ein Fehler festgestellt, erfolgt eine manuelle Nacharbeit, die nur von sehr erfahrenen Mitarbeitenden durchgeführt werden kann. Um den Personenkreis für diese Tätigkeit zu erweitern, wurde im Projekt LeARn4Assembly eine kontextsensitive Assistenzlösung erarbeitet. Diese berücksichtigt bereits vorhandene Qualifikationen der Mitarbeitenden und bietet die Assistenzinhalte auf einem Touchscreen am Arbeitsplatz situationsgerecht an. Die Assistenzinformationen bestehen aus Expertenwissen, das im Rahmen von Triadengesprächen am Arbeitsplatz identifiziert werden konnte.

Schlüsselwörter: Assistenzsysteme, Morphologie, Praxiserfahrungen, Wissensmanagement, Aus- und Weiterbildung, Expertenwissen

1. Aufbereitung von Mechatronik-Baugruppen

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes LeARn4Assembly wurde gemeinsam mit dem Projektpartner AUDI AG eine kontextsensitive Assistenzlösung erarbeitet, die Mitarbeitende bei der Durchführung manueller variantenreicher Tätigkeiten unterstützt.

Als Entwicklungsszenario wurde die Aufbereitung von Mechatronik-Baugruppen ausgewählt. Bei der Mechatronik handelt es sich um eine wertvolle Baugruppe, die den Gangwechsel in Fahrzeugen mit Automatikgetriebe steuert. Sie wird aufwendig und mit hohem Ressourceneinsatz hergestellt und deshalb soll sie nach Laufzeitende in wiederaufbereiteter Form weiterverwendet werden.

Die Mechatroniken sind Teil eines Doppelkupplungsautomatikgetriebes, das aus zwei Teilgetrieben mit je eigener Kupplung und eigenen Gängen (1, 3, 5, 7 sowie R, 2, 4, 6) besteht. Die Wahl des nächsten Ganges wird durch mehrere Parameter vorhergesagt, sodass das inaktive Getriebe bereits den nächsten Gang einlegen kann. Die Mechatronik-Baugruppe hat dabei vielfältige Aufgaben: a) Steuerung der Getriebe, b) Durchführung der Umschaltung zwischen den Getrieben, c) Einlegen des nächsten Ganges, d) Auswertung der Sensorik, e) Datenaufzeichnung und f) Umsetzung der elektrischen Signale in hydraulische Steuerung.

Bei der Aufbereitung wird die Mechatronik-Baugruppe komplett zerlegt. Alle weiter nutzbaren Teile werden gründlich gereinigt. Verschleißteile, wie beispielsweise Dichtungen, werden ausgetauscht. Am Ende der Aufbereitung werden alle Komponenten wieder zusammengesetzt.

Bei der Durchführung der Aufbereitung können verschiedene Probleme auftreten, die die korrekte Funktion der aufbereiteten Mechatronik beeinträchtigen können. Dies können kleine Verunreinigungen (Haare, Staub) oder eine Verwechslung sehr ähnlicher Bauteile sein. Deshalb erfolgt zum Abschluss der Aufbereitung eine Funktionskontrolle der Mechatronik-Baugruppe in einer Prüfstation. Besteht die Mechatronik diese Prüfung nicht, wird sie nicht freigegeben, sondern durchläuft einen manuellen Nacharbeitsprozess.

2. Assistenzbedarf am Nacharbeitsplatz

Wurde bei der Funktionskontrolle ein Fehler festgestellt, wird die Mechatronik-Baugruppe nicht zur Verpackstation weitergegeben, sondern wird zu einem Nacharbeitsplatz ausgeschleust (siehe Abbildung 1). Der Fehler der geprüften Mechatronik wird den Mitarbeitenden dort durch einen Fehlercode auf einem Computer-Bildschirm beschrieben, die erforderlichen Arbeitsschritte zur Fehlerbehebung werden aber nicht explizit ausgewiesen. Deshalb kommen für diese Nacharbeitsstation nur wenige, sehr erfahrene Mitarbeiter infrage, denn die Nacharbeit erfordert viel Erfahrung, eigenständiges Arbeiten und Reagieren auf unerwartete Situationen.



Abbildung 1: Nacharbeitsplatz für die Mechatronik-Aufbereitung bei Audi

Aus Sicht des Unternehmens ist es wünschenswert, den Personenkreis für diese Tätigkeit zu erweitern. Eine Möglichkeit dafür ist es, die potenziell geeigneten Mitarbeitenden über ein Assistenzsystem im laufenden Arbeitsprozess für die neue anspruchsvollere Tätigkeit zu befähigen. Weniger geeignet erscheint dabei eine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung, da die Mitarbeitenden bereits über eine Basisqualifikation verfügen und diese Art der Unterstützung zu Akzeptanzproblemen führen könnte.

Im Fokus steht daher das implizite Erfahrungswissen, das Experten in der Ausführung ihrer Tätigkeit erwerben und an Kollegen weitergeben, die zwar neu an diesem Arbeitsplatz, aber nicht neu in der Mechatronik-Aufbereitung sind. Es ist somit vergleichbar mit Tipps & Tricks, z. B. zum Umgang mit besonderen Situationen, die bisher häufig über Post-its am Arbeitsplatz sichtbar werden.

3. Erfahrungswissen als Assistenzinformation

Das Sichtbarmachen dieses Erfahrungswissens am Arbeitsplatz erfordert zunächst dessen Identifikation. Fragt man die Experten jedoch, was ihr Know-how ausmacht, so ist die Antwort in der Regel ein Achselzucken: Die Mitarbeitenden sind sich ihrer Expertise nicht bewusst, ein Indiz für implizites Erfahrungswissen. Es braucht daher Methoden, dieses Wissen zu erheben, sichtbar und damit dokumentierbar zu machen.

In Zusammenarbeit mit der Professur Betriebspädagogik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wurde die Methode des Triadengesprächs (Dick et al. 2016) angewendet. Das Triadengespräch arbeitet mit einem Rollenkonzept, in dem ein bzw. eine Experte*in, Novize*in und Laie*in aufeinandertreffen. Jede dieser Rollen bringt eine spezifische Perspektive in das Gespräch ein und unterstützt damit den Transfer und die Reflexion erfahrungsbasierten Wissens.

In der Anwendung im Arbeitsprozess wurde die Rolle des Experten durch den erfahrenen Mitarbeiter am Nacharbeitsplatz, die Rolle des Novizen durch eine/n Auszubildende/n und die Moderation durch eine Vertreterin der Forschungspartner wahrgenommen. Die Gespräche wurden unmittelbar in der Arbeitssituation durchgeführt, sodass Bezug auf den Lern- und Arbeitsgegenstand genommen werden konnte. Der Experte wurde bei der Durchführung der Arbeitsaufgabe vom Novizen begleitet. Dieser fragte bei Unklarheiten nach. Außerdem beobachtete die Moderation die Situation und sicherte durch gezieltes Nachfragen das Verständnis.

Mit diesem Vorgehen konnten relevante Erfahrungsepisoden identifiziert werden, die bisher nicht dokumentiert sind.

4. Bedarfsgerechte Bereitstellung von Wissen im Arbeitsprozess

4.1 Modellhafte Beschreibung des Arbeitsablaufs

Um den Arbeitsablauf virtuell nachbilden zu können, wurden CAD-Modelle bereitgestellt, die geeignet aufbereitet, strukturiert und in Teilmodelle zerlegt wurden. Der Arbeitsablauf kann damit durch CAD-Modelle beschrieben werden, sodass jeder Arbeitsschritt durch das Vorhandensein sowie die Position und Orientierung der am Arbeitsprozess beteiligten Elemente (Schwenkvorrichtung, Mechatronik-Komponenten, ggf. Werkzeuge) gekennzeichnet ist.

Je nach aufgetretenem Fehler in der Prüfstation ergibt sich ein unterschiedlicher Arbeitsablauf zu dessen Behebung. Der jeweilige Ablauf wird in einer strukturierten xml-Textdatei beschrieben, indem für jeden Schritt das Vorhandensein und die Position der beteiligten Bauteile und Arbeitsmittel dokumentiert wird. Das ist die Grundlage für eine modellbasierte Erfassung des Arbeitsfortschritts für die verschiedenen möglichen Nacharbeitsabläufe.

4.2 Erfassung der Arbeitssituation

Für die Erfassung des Arbeitsfortschritts kommen häufig mehrere Prüfsysteme und eine fusionierte Datenauswertung zum Einsatz. Ein Ziel im Projekt war es, möglichst wenig Messtechnik und Sensorik zu verwenden und mit nur einer Technologie die Arbeitssituation zu ermitteln, um die zusätzlich in den Arbeitsplatz zu integrierende Technik sehr gering und damit niederschwellig zu halten. Dafür wurde das modellbasierte Objekt-Tracking mit der VisionLib-Bibliothek (Wuest et al. 2016) ausgewählt.

Die VisionLib arbeitet mit Kamerabildern als Eingangsdaten für das Objekt-Tracking. Dafür wurden Kameras und Objektive ausgewählt und über dem Arbeitsplatz positioniert, um die am Arbeitsprozess beteiligten Elemente optimal aufnehmen zu können.

Nach der Auswahl und dem Aufbau der Hardware wurde mit der Entwicklung einer Software-Bibliothek fortgefahren, um eine für unsere Anwendung ideale Schnittstelle zur VisionLib zu schaffen. Mit dieser wurden die für das Objekt-Tracking wesentlichen Funktionen realisiert: Kamerabilder anfordern, Kalibrierdaten der Kamera einlesen, Modelldaten des Aufbaus laden, Konfiguration des Tracking-Algorithmus, Starten/Stoppen des Trackings und Ausgabe der Tracking-Ergebnisse.

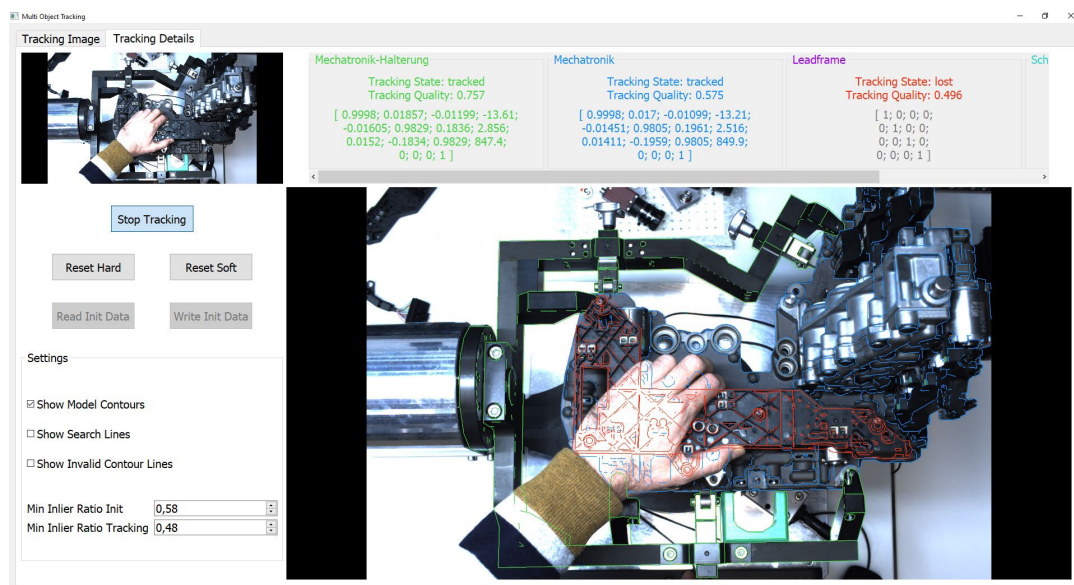


Abbildung 2: Ausgabe der Tracking-Informationen

Mit diesen Voraussetzungen konnte die benötigte Tracking-Funktionalität entwickelt und erprobt werden. Die relevanten Objekte werden dabei während des gesamten Arbeitsprozesses kontinuierlich erfasst. Für alle Elemente wie Halterung, Einzelteile, Unterbaugruppen oder Werkzeuge werden die Tracking-Ergebnisse bestimmt und ausgegeben (siehe Abbildung 2). Diese liefern Informationen über das Vorhandensein der Objekte im Arbeitsraum und ihre aktuelle Position. Aus dem Abgleich dieser Informationen mit dem modellierten Arbeitsablauf lässt sich bestimmen, welcher Arbeitsschritt gerade aktuell ist.

4.3 Darstellung der Assistenzinformationen

Die aus den Triadengesprächen am Arbeitsplatz gewonnenen Wissensinhalte wurden anschließend in den in der xml-Datei modellierten Arbeitsablauf eingefügt. Die Wissensinhalte werden dafür den relevanten Arbeitsschritten zugeordnet und können auch mit bestimmten Bauteilen verlinkt werden. Das Erfahrungswissen kann aktuell in Form von Bildern, Texten oder Grafiken eingefügt werden.

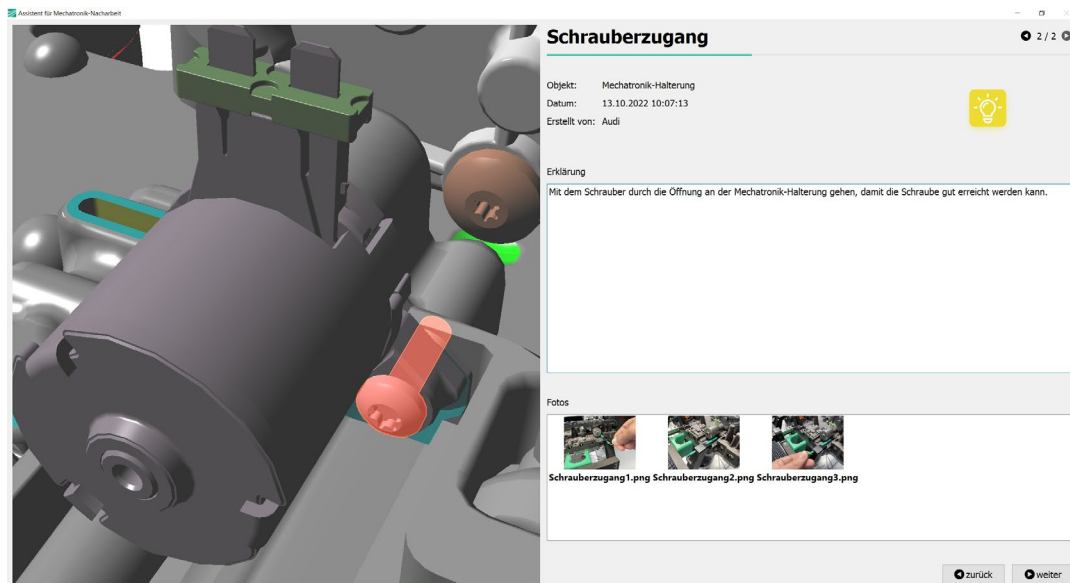


Abbildung 3: GUI-Fenster für die Ausgabe der Wissensinhalte

Basierend auf der Arbeits- und Anforderungsanalyse des Arbeitsplatzes und der Tätigkeit wurde zur Ausgabe der Assistenzinformationen ein Touchscreen ausgewählt (Haase et al. 2022). Für die Anzeige wurde ein GUI-Fenster entworfen, das die Bestandteile eines Wissenselements übersichtlich darstellt (siehe Abbildung 3). Für jeden Arbeitsschritt kann es einen oder mehrere Wissensbausteine geben. Beim Durchlaufen des Arbeitsprozesses werden für jeden Schritt bedarfsgerecht nur die zugehörigen Wissensinhalte angeboten.

Auf der linken Seite wird das CAD-Modell des aktuellen Bauzustands angezeigt, wobei relevante Komponenten hervorgehoben werden. Auf der rechten Seite sind der Titel des Erfahrungswissens, eine ausformulierte Beschreibung und eine Galerie mit Bildern sowie Zusatzinformationen wie Autorennamen und Erstelldatum zu sehen. Diese Informationen sollen Mitarbeitenden, die noch neu am Nacharbeitsplatz sind, helfen, wenn eine unerwartete oder seltene Situation auftritt.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im Projektzeitraum wurde die Assistenzlösung so weit entwickelt, dass die Bauteile und Arbeitsmittel während des Arbeitsprozesses auf Basis der Kamerabilder getrackt werden können. Das Erfahrungswissen wurde den Arbeitsschritten im modellierten Arbeitsablauf zugeordnet und steht somit situationsgerecht bereit.

Die entwickelte Assistenzlösung wurde am Nacharbeitsplatz in der Mechatronik-Aufbereitung bei Audi installiert, in Betrieb genommen und an die Mitarbeitenden

übergeben (siehe Abbildung 4). Das System steht dort nun für die Nutzung während der Nacharbeit zur Verfügung.

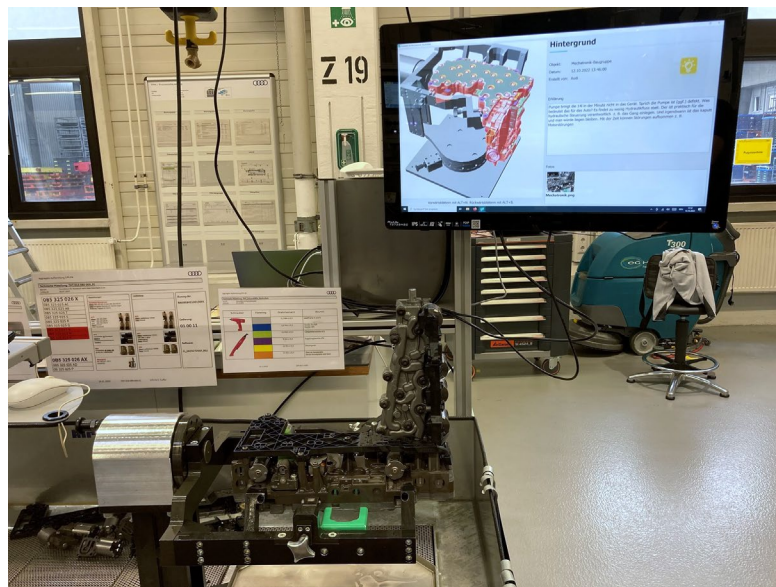


Abbildung 4: Assistenzsystem am Nacharbeitsplatz in der Mechatronik-Aufbereitung bei Audi

Die entwickelte technologische Basis wird in weiterführenden Arbeiten genutzt, um ein automatisches Weiterschalten zwischen den Arbeitsschritten zu realisieren und die Assistenz damit weiter hin zu einem stillen Begleiter des Mitarbeitenden zu entwickeln. Um die Wissensbasis zu vergrößern und auch die Aktualität des Wissens zu gewährleisten, ist es erforderlich, die Erfahrungsträger zu motivieren, auch weiterhin Inhalte zu ergänzen. Das kann über ein Autorensystem erfolgen, setzt aber neben der Bereitstellung eines solchen Systems auch die organisatorische Verankerung zur Wissensdokumentation im Arbeitsalltag voraus. Es bleibt darüber hinaus eine Aufgabe für die Forschung, das Erfahrungswissen so zu dokumentieren, dass implizite Wissensbestände erhalten bleiben. Denkbar sind hier, ähnlich wie beim Storytelling, Comicsequenzen oder ähnliche narrative Formate.

6. Literatur

- Dick M, Nebauer-Herzig K, Termath W (2016) Triadengespräch. Handbuch Professionsentwicklung, 331–342.
- Haase T, Mulders M, Hagenhofer T (2022) Ein interaktives Beratungssystem zur technologiebasierten Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung und im Arbeitsprozess. In: Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten. 68. GfA- Frühjahrskongress 2022. GfA-Press.
- Wuest H, Engelke T, Wientapper F, Schmitt F, Keil J (2016) From CAD to 3D Tracking - Enhancing & Scaling Model-Based Tracking for Industrial Appliances. 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), 346–347.

Danksagung: Das Vorhaben LeARn4Assembly (FKZ 01PV18007A) wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher
und nachhaltiger Arbeitssysteme
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

GfA-Press

Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de