

Schwerpunktthema  
Komplexität und Antriebsvielfalt in der Fahrzeugtechnik  
– Herausforderung für Ausbildung und Facharbeit

# lernen & lehren

Elektrotechnik – Informationstechnik  
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Komplexität und Ausstattungs-/Antriebsvielfalt in der Fahrzeugtechnik

Digitalisierung und Wissensarbeit im Kfz-Service

Als Fachmann ist es ja so, man hat schon ein Gespür dafür

Designorientierte Unterrichtsorganisation

Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines TSI-Motors

Ausgewählte Aspekte zu aktuellen Entwicklungen

Entwicklung und Erprobung einer Schulung zur MRK-Sensibilisierung



## 30. Fachtagung der BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeug- technik

am 20. und 21. März 2020 in Hamburg

**ALL DAYS FOR FUTURE!**

**Energievielfalt in der gewerblich-technischen Berufsbildung**

### Call for Papers

Fridays For Future – unter diesem Motto demonstrieren jungen Menschen seit Monaten und fordern umgehend Maßnahmen für einen wirksamen Klimaschutz und für die Sicherung ihrer Zukunft ein. Gewerblich-technische Berufsarbeit kann und muss einen maßgeblichen Beitrag dazu leisten – und zwar jeden Tag. Berufliche Bildung muss für eine so verstandene alltägliche Mitgestaltung befähigen. Die Fachtagung 2020 widmet sich diesem beruflichen Bildungsziel. Dabei geht es nicht nur um den Umbau unserer Energieversorgung hin zur ausschließlichen Nutzung vielfältiger regenerativer Energien, sondern es geht um mehr: Wie gehen wir mit den verfügbaren Ressourcen und Abfällen um? Wie sorgen wir für eine nachhaltige Digitalisierung der Arbeitswelt und Gesellschaft? Wie erreichen wir zeitnah eine deutliche Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen? Wie sichern wir Beschäftigung in Handwerk und Industrie? Wie kann die Attraktivität gewerblich-technischer Facharbeit verbessert werden? Wie gestalten wir unsere Lebens(t)räume, um jetzt und zukünftig sowohl hier als auch anderswo eine intakte Umwelt vorzufinden? ... Die Beantwortung solcher zukunftsbezogener Fragen erfordert viel Energie von allen Beteiligten. Jugendlichen zu verdeutlichen, dass Berufsarbeit verknüpft ist mit der Gestaltung ihrer Zukunft, kann dazu beitragen, dass sie Berufsbildung als lohnende Perspektive für ihr Leben erachten.

Es soll bei dieser Fachtagung thematisch sowohl um die vielfältige Nutzung von Energien und Ressourcen in den elektro-, informations-, metall- und fahrzeugtechnischen Berufen gehen, als auch um die vielfältig erforderlichen Energien für die Weiterentwicklung der gewerblich-technischen Berufsbildung. Beides ist miteinander vernetzt. In diesem Sinne soll die Weiterentwicklung der Berufsbildung in der Fachtagung durch folgende Schwerpunkte umrissen werden: Erstens soll die Entwicklung und Umsetzung von didaktischen Konzepten konkreter Lehr-Lern-Arrangements und die damit gemachten Erfahrungen zur Diskussion gestellt werden, die berufliches Lernen auf All Days For Future ausrichten. Ein weiterer Schwerpunkt soll mit den Stichworten Integration und Vernetzung gekennzeichnet sein, mit Blick darauf, wie die Jugendlichen bspw. auf eine gewerkeübergreifende Zusammenarbeit vorbereitet werden können, wo doch die Ausbildung traditionell berufsspezifisch erfolgt. Auch soll diskutiert werden, wie sich der Lernfeldunterricht mit den allgemeinbildenden Fächern inhaltlich so verbinden lässt, damit die Reflexion der Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft durch Berufsarbeit ermöglicht wird. Nicht zuletzt soll fassbar werden, wie sich die digitale Durchdringung gewerblich-technischer Berufsarbeit im Unterricht niederschlägt. Wenn sich Bildungsgangstrukturen in diesem Zusammenhang ändern, Fortbildungen erforderlich sind oder die Integration neuer Technologien in den Unterricht geplant ist, hat dies Folgen für die Schulorganisation und Ausstattung.

### Anmeldung von Beiträgen

Die Veranstalter bitten um die Anmeldung von Beiträgen aus betrieblicher Praxis, schulischem Unterricht, hochschulischer Forschung und Modellprojekten, die sich mit dem Thema der Fachtagung auseinandersetzen oder in einem engen Zusammenhang dazu stehen. Die Beiträge sollen eine möglichst große Relevanz für die Berufsbildungspraxis haben. Sie sollen sich inhaltlich auf die vier beruflichen Fachrichtungen

Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik beziehen und darin jeweils die Schwerpunkte

- Schulorganisation & Ausstattung
- Integration & Vernetzung
- Entwicklung & Umsetzung

aufgreifen.

Die Anmeldung soll auf einer Seite mit einer knappen Darstellung der Fragestellung bzw. des Gegenstands Ihres Beitrags und der zu präsentierenden Ergebnisse erfolgen (Abstract). Geben Sie bitte an, ob es sich um einen Unterrichts-, Praxis-, Weiterbildungs-, Konzept- oder Forschungsbeitrag handelt und wie er in der Tagungsstruktur verankert ist. Darüber hinaus sind die Referenten und ein Hauptansprechpartner mit Tel.-Nr. und E-Mail-Adresse sowie einem kurzen biographischen Hinweis zur Person zu nennen.

Mit Ihrem Beitrag sollten Sie sich auf 20 Minuten Vortrag und 10 Minuten Diskussion einstellen.

Anmeldungen bitte online über [www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de) oder an [fachtagung@bag-elektrometall.de](mailto:fachtagung@bag-elektrometall.de).

**Anmeldeschluss für die Einreichung von Beiträgen ist der 31. Dezember 2019.**

Kontakt: BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V., Thomas Vollmer, Schloßteichstraße 5, 34131 Kassel

# Inhalt

## **SCHWERPUNKT: KOMPLEXITÄT UND ANTRIEBSVIELFALT IN DER FAHRZEUGTECHNIK – HERAUSFORDERUNG FÜR AUSBILDUNG UND FACHARBEIT**

- EDITORIAL**  
134 Komplexität und Ausstattungs-/Antriebsvielfalt in der Fahrzeugtechnik  
*Torben Karges/Tim Richter*
- SCHWERPUNKT**  
136 Digitalisierung und Wissensarbeit im Kfz-Service  
*Torben Karges*
- 144 „Als Fachmann ist es ja so, man hat schon ein Gespür dafür“  
– Zum erfahrungsgelenkt-subjektivierenden Arbeitshandeln von Kfz-Diagnoseexperten  
*Tim Richter*
- PRAXISBEITRÄGE**  
153 Designorientierte Unterrichtsorganisation zur Förderung der beruflichen Handlungskompetenz  
Am Beispiel „Störungsdiagnose an einer heizbaren Heckscheibe“  
*Markus Schäfer*
- 160 Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines TSI-Motors  
– Ein Praxisbeispiel zum Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“  
*Daniel Gottschalk/Tim Richter*
- 167 Ausgewählte Aspekte zu aktuellen Entwicklungen beim beruflichen Lernen  
– Erfahrungen aus Sicht einer Kfz-Innung  
*Peter Ullrich*
- 170 Entwicklung und Erprobung einer Schulung zur MRK-Sensibilisierung von Auszubildenden  
in der Automobilindustrie  
*Lars Müller/Richard Keppler/Felix Erler/Kathleen Delang/Stefan Brämer*
- STÄNDIGE RUBRIKEN**  
I–IV BAG aktuell 4/2019  
176 Verzeichnis der Autorinnen und Autoren  
U3 Impressum



## Editorial

# Komplexität und Ausstattungs-/Antriebsvielfalt in der Fahrzeugtechnik



**TORBEN KARGES**



**TIM RICHTER**

Spätestens die Vorstellung des BMW 850i im Jahr 1989, des weltweit ersten Fahrzeugs mit Multiplex-Technologie, markiert den Startpunkt der digitalen Datenübertragung und -verarbeitung im Automobil. Die Architektur derartiger Fahrzeuge zeichnet sich durch eine logische und technische Ebene aus. Durch die logische Architektur ist festgelegt, wie geforderte Systemfunktionen durch logische Schaltungen erbracht werden und wie sich daraus für den Benutzer sichtbare Funktionalitäten ergeben. Die technische Architektur, die aus Hardware-Komponenten besteht, bezieht sich auf die Realisierung. Vorteile sind die Reduzierung der Anzahl an physikalischen Verbindungen, die daraus folgende Verringerung des Fahrzeuggesamtgewichtes und die mehrfache Nutzung von Sensoren zur Realisierung unterschiedlicher Funktionen. Die Anzahl der Funktionen eines Fahrzeugs konnte somit nicht (mehr) in das Verhältnis zur Anzahl der verbauten Sensoren oder zur Anzahl der Verbindungen von elektronischen Komponenten in Beziehung gesetzt werden.

Die elektrische Anlage eines derartigen Fahrzeugs zeichnet sich durch eine große Zahl an miteinander vernetzten elektronischen Komponenten aus. Prozesse, wie bspw. die permanente Anpassung der zugeführten Kraftstoffmenge, laufen ohne das Zutun des Fahrenden ab. Die Abläufe und Verknüpfungen in einem solchen System sind für die Fachkräfte in der Werkstatt nicht bzw. nur zum Teil transparent. So wird bspw. ein Steuergerät als „black box“ betrachtet. In der Konsequenz kann der BMW 850i ebenfalls als das erste technisch-komplexe Automobil betrachtet werden. Wie sich das Ausmaß der technischen Komplexität der Fahrzeuge seitdem entwickelt hat,

lässt sich anhand weniger Fakten aufzeigen. In heutigen Fahrzeugen befinden sich bis zu 150 Sensoren, eine Vielzahl an Aktuatoren (allein im Innenraum der aktuellen Mercedes S-Klasse gut 100 Stell- und weitere Elektro-Motoren) und modellabhängig über 100 Steuergeräte, die durch Netzwerke wie CAN (Controller Area Network), LIN (Local Interconnect Network), FlexRay, MOST oder Ethernet miteinander verbunden sind. Dieses Ausmaß an technischer Komplexität ist nicht allein für Fahrzeuge der Premiumklasse kennzeichnend. Schon heute wiegen Kabelsysteme bei Mittelklassewagen bis zu 70 kg und sind 2,5 km lang. Von der fünften Generation des Modells VW Golf zum VW Golf VII hat sich die Anzahl der verbauten Steuergeräte, Bussysteme, Kontakte und Steckgehäuse um jeweils etwa ein gutes Drittel erhöht.

Eng verknüpft mit der technischen Komplexität ist das Ausmaß der Variantenvielfalt moderner Fahrzeuge. Dadurch wird die Vielzahl an Varianten der Fahrzeuge beschrieben, wobei sich eine Variante durch spezifische Eigenschaften und ein oftmals verändertes Erscheinungsbild auszeichnet. Dieser Aspekt bezieht sich auf die vom Automobilhersteller abweichend von einem Basismodell (wie z. B. VW Golf) angebotenen Modellvarianten (bspw. VW Golf GTI) und Ausstattungsvarianten (z. B. VW Golf GTI „Performance“) sowie die der Kundin oder dem Kunden gegebene Möglichkeit, die Ausstattung seines Fahrzeugs nach individuellen Prämissen (Motor, Farbe, Felgen, Sonderausstattungen) zu konfigurieren. Ein Treiber der Variantenvielfalt ist der Trend zu immer kürzeren Produktzyklen, die es den Fahrzeugherstellern erlauben, rasch auf sich wandelnde Kundenbedürfnisse, das Agieren konkurrierender Fahrzeughersteller sowie auf andere externe Bedingungen (wie bspw. technologische Entwicklungen und den gesellschaftlichen und politischen Wandel) zu reagieren.

Eine weitere Folge der genannten Bedingungen ist das Ausmaß der aktuellen Antriebsdiversität, die durch die Vielfalt der Antriebskonzepte deutlich wird. So werden aktuelle Fahrzeuge durch klassische Verbrennungsmotoren (Otto- und Dieselmotoren), durch Hybrid-Konzepte unterschiedlicher Bauart (Micro-, Mild-, Full- und Plug-in-Hybrid) sowie durch Elektro-Maschinen angetrieben. Denkbar ist zudem,

dass in Zukunft der Wasserstoffantrieb an Bedeutung gewinnt. Sowohl Otto- als auch Dieselmotoren zeichnen sich je nach Ausführung durch ein unterschiedliches Ausmaß an technischer Komplexität aus. So sind bspw. Ottomotoren, die mit einem Abgasturbolader und/oder Kompressor ausgestattet sind, komplexer als Saugmotoren. Ebenso weisen Ottomotoren, die zusätzlich mit alternativen Kraftstoffen wie Autogas (LPG) oder Erdgas (CNG) betrieben werden können, einen höheren Komplexitätsgrad auf. Insofern kommt das Ausmaß der Antriebsdiversität nicht allein durch die Gegenüberstellung der grundsätzlich unterscheidbaren Antriebskonzepte zum Ausdruck. Vielmehr müssen auch die einzelnen Varianten berücksichtigt werden. Entsprechend können zwei Fahrzeugmodelle einer Generation – bedingt durch ihre Motorisierung und Ausstattung – ein unterschiedliches Ausmaß an technischer Komplexität aufweisen.

Für die Fachkräfte der Kfz-Diagnose bestehen aufgrund des aktuellen Ausmaßes an technischer Komplexität der Fahrzeuge, die sich durch eine hohe Anzahl an Systemkomponenten, technische und logische Verknüpfungen und insbesondere durch die Intransparenz der Systeme ausdrückt, erhebliche Anforderungen, um Fahrzeugsysteme kognitiv durchdringen und diagnostizieren zu können. Die technische Komplexität der Fahrzeuge stellt jedoch nur eine Dimension der Herausforderung dar. Die Variantenvielfalt und die Antriebsdiversität erhöhen sowohl den Wissensbedarf der Werkstattfachkräfte und reduzieren zugleich die Chancen, mit gleichen bzw. vergleichbaren Fahrzeugen Erfahrungen zu sammeln.

Die hier beschriebenen Bedingungen skizzieren nicht nur ein Bild der aktuellen Herausforderungen, die die Kfz-Fachkräfte bei ihrer täglichen Arbeit in den Werkstätten betreffen. Diesen Herausforderungen müssen sich auch alle in der beruflichen Bildung tätigen Akteure stellen, um zukünftige Kfz-Fachkräfte bestmöglich auf ihre berufliche Tätigkeit vorzubereiten.

Im ersten Schwerpunktbeitrag des vorliegenden Heftes zeigt TORBEN KARGES neue Möglichkeiten der Kollaboration zwischen Fachkräften und der Interaktion mit KI-Systemen durch die zunehmende Digitalisierung in Kfz-Werkstätten auf. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass es nicht erfolversprechend erscheint, Fachkräfte im Laufe des Digitalisierungsprozesses ersetzen zu wollen, sondern dass ein großes Potential in der Unterstützung der Kompetenzen der

Fachkräfte durch KI liegt. Im Beitrag wird vor diesem Hintergrund ein Kollaborations- und Wissensmodell für den Kfz-Service vorgestellt. Das Wissen und Können von Kfz-Diagnosefachkräften untersucht TIM RICHTER im zweiten Beitrag zum Schwerpunktthema anhand einer qualitativen Untersuchung, um die Erkenntnisse für die Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements nutzen zu können. Dabei zeigt sich, dass sich das erfahrungsgelitet-subjektivierende Arbeitshandeln und das Erfahrungswissen bei der Störungsdiagnose an modernen Fahrzeugen als ein besonderes Potential und Vermögen der Kfz-Diagnosefachkräfte erweist.

Die Reihe der Praxisbeiträge eröffnet MARKUS SCHÄFER, der die unterrichtspraktische Umsetzung einer Lernsituation in einem Designprojekt am Beispiel einer Diagnose am System „Heizbare Heckscheibe“ skizziert und damit die unterrichtspraktischen Vorzüge einer designorientierten Veranstaltungsorganisation herausstellt. DANIEL GOTTSCHALK und TIM RICHTER stellen im zweiten Praxisbeitrag eine Unterrichtseinheit für den berufsbezogenen Unterricht im Lernfeld 8 „Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren“ vor. Für die Einheit „Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines TSI-Motors“ wurde das Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“ zur Unterrichtsstrukturierung genutzt, um die Forderung nach einer Orientierung an Geschäfts- und Arbeitsprozessen einzulösen. PETER ULLRICH stellt in seinem Beitrag Aspekte zur Modernisierung und Innovierung der Ausbildung im Kontext der Digitalisierung bei der Kfz-Innung Hamburg vor.

Die Praxisbeiträge werden mit einem Beitrag von LARS MÜLLER, RICHARD KEPPLER, FELIX ERLER, KATHLEEN DELANG und STEFAN BRÄMER abgeschlossen, die eine Qualifizierungs- und Bildungsmaßnahme für Auszubildende zur kollaborativen Robotik vorstellen, die das Ziel verfolgt, eine gezielte Sensibilisierung und Qualifizierung für zukünftige Mensch-Roboter-Kollaborationen in der agilen Produktion bereits in der beruflichen Ausbildung zu verankern.

# Digitalisierung und Wissensarbeit im Kfz-Service



**TORBEN KARGES**

Die Digitalisierung und der zunehmende Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) beeinflussen auch die Facharbeit im Kfz-Service. Diese ist bereits seit der Einführung des „BMW Diagnose- und Informationssystems“ Anfang der neunziger Jahre geprägt von elektronisch geführten Diagnosevorgängen, sowie einem Informationsaustausch mit Fahrzeugherstellern und Werkstattausrüstern (vgl. BOURAUDEL 1995, S. 39; SCHREIER 2001, S. 33). Die zunehmende Digitalisierung der Kfz-Werkstätten schafft jedoch darüber hinaus neue Möglichkeiten der Kollaboration zwischen Fachkräften und der Interaktion mit KI-Systemen. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass es nicht erfolgversprechend erscheint, Fachkräfte im Laufe des Digitalisierungsprozesses ersetzen zu wollen, sondern dass vielmehr große Potentiale in einer „Intelligence Amplification“ (BRÖDNER 2015, S. 247; 2008, S. 56 ff.) in Form von Kollaborationen zwischen Fachkräften und KI-Systemen zu erwarten sind. In diesem Beitrag wird ein vor diesem Hintergrund entwickeltes Kollaborations- und Wissensmodell für den Kfz-Service vorgestellt.

## HERAUSFORDERUNGEN AN DIE FACHARBEIT

Technologische Innovationen in den Fahrzeugen und bei den Arbeitsmethoden haben die Facharbeit im Berufsfeld Fahrzeugtechnik in den letzten Jahren grundlegend verändert. Die Basis erfolgreicher Kfz-Facharbeit besteht zunehmend aus umfangreichen Informationen, die bisher oftmals – konventionellen informationsdistributionellen Ansätzen folgend – nur in eine Richtung (Top-down) vom Hersteller oder Supportanbieter in die Kfz-Werkstätten fließen. Wissen, welches in den Werkstätten von den Kfz-Fachkräften generiert wird, verbleibt in den meisten Fällen bei der jeweiligen Person und wird nur in seltenen Fällen über informelle Gespräche weitergegeben. Lernprozesse und eine Kompetenzentwicklung werden dabei zum einen durch wenig lernförderlich gestaltete Informationen gehemmt, zum anderen kommt es gar nicht zum Austausch des Erfahrungswissens der Fachkräfte.

Abbildung 1 zeigt auf, welche Strategien zur Lösung komplexer und nicht automatisiert mittels eines Diagnosegeräts (geführte Fehlersuche) diagnostizierbarer Probleme an Fahrzeugen führen. Derartige Probleme sind komplex, vernetzt, intransparent und dynamisch (vgl. DÖRNER 2014, S. 58) sowie dadurch gekennzeichnet, dass es zu ihrer Bewältigung keine Routinen gibt und eine Inkongruenz zwischen dem

Ziel der Problemlösung und den verfügbaren Mitteln besteht (vgl. PISA-KONSORTIUM 2003). Es zeigt sich, dass in solchen Situationen externe Supportangebote eine große Rolle spielen, eine direkte Kommunikation und Kollaboration der Fachkräfte in einer Werkstatt aber am häufigsten zu einer Problemlösung führt. Diese Kollaboration gelingt jedoch nur selten zwischen Fachkräften verschiedener Werkstätten. Es stellt sich daher die Frage, wie die Möglichkeiten der zunehmenden Digitalisierung der Facharbeit für ein Wissensmanagement und Kollaborationsprozesse genutzt werden können.

## SYSTEME ZUM INFORMATIONS- UND WISSENSMANAGEMENT IN Kfz-WERKSTÄTTEN

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme mittels empirischer Untersuchungen (vgl. KARGES 2017) konnten in Kfz-Werkstätten die nachfolgend vorgestellten vier Kategorien von Systemen zum Informations- und Wissensmanagement und zur Kollaboration identifiziert werden, die verschiedene Informations- und Wissensinhalte umfassen bzw. bereitstellen und stark unterschiedliche Lernpotentiale aufweisen:

- Dokumentenmanagementsysteme,
- Expertensysteme,
- Kommunikationssysteme,
- Virtuelle Kollaborationssysteme.

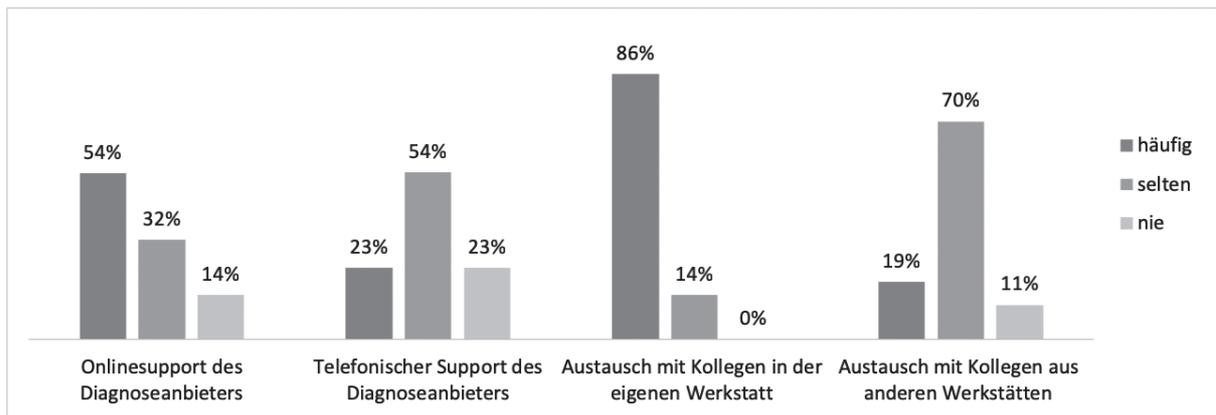


Abb. 1: Problemlösung bei erfolgloser automatisierter Fehlersuche (vgl. KARGES 2014, S. 229)

Um für die genannten Systeme aufzuzeigen, welche Art von Informationen sie jeweils beinhalten und inwiefern sie sich damit für die konkrete Problemlösung oder auch für ein betriebliches Lernen im Arbeitsprozess von Kfz-Fachkräften eignen, wird an einen Vorschlag für eine arbeitsprozessgerechte Strukturierung von Informationen in Diagnosesystemen von BECKER (vgl. 2003, S. 263 ff.) angeknüpft:

- Daten und Informationen stellen die kleinste Einheit dar und werden für die unmittelbare Aufgabenbewältigung benötigt („Wissen für die Aufgabenbewältigung“).
- Arbeitshinweise beschreiben, wie die Daten und Informationen im Arbeitsprozess zu verwenden sind und das technische System oder die Arbeit beeinflussen („Funktionswissen“).

- Systematische Erläuterungen umfassen die Funktionsprinzipien von Komponenten oder Systemen sowie die gegenseitige Beeinflussung und das Zusammenwirken von Abläufen („System- und Zusammenhangswissen“).
- Überblick und Orientierung beschreibt das Wissen über Aufbau, Gestaltung und Begründung technischer Systeme und Arbeitsprozesse sowie deren Sachlogiken, Einflüsse und Gesamtzusammenhänge („Überblickswissen/Wissen für die Verständniservertiefung“).

Die derzeitige Nutzung von Systemen für Wissensmanagement, Kommunikation und Kollaboration in Kfz-Werkstätten wird anhand der oben gebildeten Kategorien beschrieben. Abbildung 2 liefert einen Überblick über die Systeme und Methoden, die nachfolgend näher beschrieben werden.

	Dokumentenmanagementsysteme	Expertensysteme	Kommunikationssysteme	Virtuelle Kollaborationssysteme
Subsysteme & Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekannte Probleme</li> <li>• Aktuelle Aktionen</li> <li>• Selbststudium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geführte Fehlersuche</li> <li>• Geführte Funktionen</li> <li>• Case-Based Reasoning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-Mail-Systeme</li> <li>• Instant Messenger</li> <li>• Hotlines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internetforen</li> <li>• Social Software</li> <li>• CSCW</li> </ul>
Übermittelte/kommunizierte Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten</li> <li>• Einstell-/Sollwerte</li> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Reparaturleitfäden</li> <li>• Einbauleitungen</li> <li>• Argumentationshilfen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsanweisungen</li> <li>• Prüfpläne</li> <li>• Sollwerte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekannte Problemabhilfen</li> <li>• Best Practices</li> <li>• Lessons Learned</li> <li>• „Hersteller-Insiderwissen“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zum Fall</li> <li>• Best Practices</li> <li>• Lessons Learned</li> <li>• Hilfestellungen</li> <li>• Tipps</li> <li>• Erfahrungswissen</li> </ul>
Mögliche Wissensarten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten und Informationen</li> <li>• Arbeitshinweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten und Informationen</li> <li>• Arbeitshinweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten und Informationen</li> <li>• Arbeitshinweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten und Informationen</li> <li>• Arbeitshinweise</li> <li>• Systematische Erläuterungen</li> <li>• Überblickswissen</li> </ul>

Abb. 2: Systeme für Kommunikation und Wissensmanagement in Kfz-Werkstätten

### **Dokumentenmanagementsysteme zur Informationsdistribution**

Dokumentenmanagementsysteme (DMS) sind die meist genutzten Informationssysteme in Kfz-Werkstätten. Sie werden genutzt, um explizites Wissen aus einer organisationalen Wissensbasis der Fahrzeughersteller oder spezialisierter Drittanbieter mithilfe von Informationstechnologie zu beschaffen. Die Inhalte bestehen aus Daten und Informationen sowie Arbeitshinweisen, die die Fachkräfte für die Arbeit an Fahrzeugen benötigen. Neben Informationen für Wartung und Instandhaltung können das auch Reparaturanleitungen sowie Informationen zu bekannten Fehlern und entsprechenden Fehlerabhilfen sein. Fahrzeughersteller nutzen die Systeme auch, um aktuelle Hinweise, bspw. zu Vorkommnissen im Feld, Rückrufmaßnahmen oder der Anwendung von Garantie bzw. Kulanz bei bestimmten Arbeiten, zu verbreiten. In seltenen Fällen werden in DMS auch allgemeine Informationsmaterialien zu neuen Systemen oder Fahrzeugen angeboten, die den Charakter von systematischen Erläuterungen haben können. DMS verkörpern eine technikorientierte Sichtweise auf Wissensmanagement, da primär das Management von expliziten Daten und Informationen im Mittelpunkt steht und das subjektive Wissen der Mitarbeiter vernachlässigt wird. Die Systeme ermöglichen den Fachkräften in den Werkstätten nur eine rein rezipierende Nutzung und bieten keine Möglichkeit, Informationen oder Wissen aus den Kfz-Werkstätten zu teilen.

### **Expertensysteme zur Fehlersuche**

Expertensysteme sind ein Bestandteil der in den Werkstätten eingesetzten Off-Board-Diagnosesysteme. Sie nutzen Methoden der künstlichen Intelligenz und folgen damit ebenfalls einem technisch orientierten Wissensmanagementansatz. Expertensysteme sollen Fachkräfte unterstützen und entlasten, indem sie über eine Erklärungskomponente ein Vorgehen zur Problemlösung anbieten. Aufgrund dieser Funktionsweise wird ihre Nutzung in Kfz-Werkstätten auch als „geführte Fehlersuche“ bezeichnet – im Gegensatz zu einer durch die Fachkraft bestimmten Diagnosestrategie. Dabei wird eine Vereinheitlichung und Vereinfachung der Diagnosearbeit angestrebt, wodurch aber auch die Gefahr einer „Verantwortungsberaubung“ (BECKER 2005A, S. 472) und Kompetenzerosion bei den Fachkräften besteht. Während modellbasierte Expertensysteme ein nutzerseitig nicht nachvollziehbares mathematisches Modell zur

Erkennung von Fehlerursachen nutzen, können wissensbasierte Systeme eine kompetenzförderliche Gestaltung der Diagnosearbeit ermöglichen, wenn sie unterstützend als „Systeme für Experten“ (BUSCH et al. 1994) angelegt sind. Wissensbasierte Systeme leiten Fachkräfte anhand von Entscheidungsbäumen, bekannten Regeln (regelbasiert) oder Fällen (fallbasiert) an. Die Führung kann – sofern gewünscht und dementsprechend umgesetzt – transparent und tutoriell erfolgen und somit zumindest die Möglichkeit zu Lern- und Kompetenzentwicklungsprozessen eröffnen (vgl. BECKER 2005B, S. 315). In den meisten Fällen beschränkt sich die Unterstützung jedoch auf die Ausgabe von Anweisungen, Aufforderungen und Lösungsideen und somit auf die Bereitstellung von Daten und Informationen sowie Arbeitshinweisen. Die Nutzerinnen und Nutzer der Systeme in den Kfz-Werkstätten haben keinen Einfluss auf die Inhalte und die Wissensbasis der Expertensysteme. Es ist möglich, dass die Systeme durch die Bearbeitung von Fällen im Feld lernen oder häufig auftretende Ereignisse auf Entwicklerseite erkannt und implementiert werden. Es erfolgt dabei jedoch allenfalls eine indirekte Berücksichtigung der Erfahrungen und des Wissens der Kfz-Fachkräfte aus den Werkstätten.

### **Kommunikationssysteme zum Austausch mit Diagnose-Expertinnen und -Experten**

Kommunikationssysteme dienen in Kfz-Werkstätten in den meisten Fällen dem schriftlichen Austausch und der Kooperation von Kfz-Fachkräften aus den Werkstätten mit Expertinnen und Experten der Fahrzeughersteller bzw. Diagnoseanbieter. Sie übernehmen dabei die Rolle von Supportsystemen und ermöglichen die Zusammenarbeit mittels eines asynchronen Informationsaustausches. Viele der eingesetzten Systeme erlauben zusätzlich das Übermitteln von Informationen wie Diagnoseprotokollen, Fotos, Tonaufzeichnungen oder allgemeiner Dokumente. Die Systeme beziehen die Kfz-Fachkräfte als Wissensträger/-innen und Wissensnutzer/-innen ein. Die Expertise der Support-Mitarbeiter stellt zwar die primäre Wissensquelle dar, diese Expertinnen bzw. Experten werden aber häufig durch Dokumentenmanagementsysteme und Expertensysteme unterstützt, so dass von einer integrativen Anwendung von Wissensmanagement gesprochen werden kann. Ähnlich wie bei den Expertensystemen wird auch bei der Nutzung von Kommunikationssystemen gewonnenes Wissen von den Support-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern in die Datenbanken der Anbieter integriert

und steht somit anderen Fachkräften zeitversetzt zur Verfügung.

Neben den beschriebenen Supportsystemen werden von Kfz-Fachkräften als Kommunikationssystem zunehmend auch Instant Messenger (z. B. WhatsApp) zum asynchronen Austausch von Textnachrichten oder Dateien (z. B. Fotos, Tonaufnahmen) über die eigene Werkstatt hinaus verwendet. Dieser Austausch zur gegenseitigen Hilfe findet eher informell und zwischen persönlich bekannten Fachkräften statt (oft als unaufdringlicher Ersatz für ein Telefonat).

Die übermittelten Inhalte beschränken sich in beiden Fällen auf Daten und Informationen sowie Arbeitshinweise, können von den nutzenden Fachkräften im Rahmen der Kommunikation jedoch reflektiert, diskutiert und in den eigenen Erfahrungshorizont integriert werden, so dass System- und Zusammenhangswissen oder sogar Überblickswissen gewonnen werden kann.

### **Virtuelle Kollaborationssysteme für verteilte Communities**

Virtuelle Kollaborationssysteme werden in verteilten Communities eingesetzt, wie sie auch durch Kfz-Fachkräfte aus verschiedenen Werkstätten gebildet werden. Aktuelle Vorhaben und Entwicklungen zur Kollaboration und zum Wissensaustausch im Kfz-Service verfolgen daher auch das Ziel, kollaborativ arbeitende Communities of Practice virtuell als verteilte Communities (auch als Lerngemeinschaften) mithilfe von IT-Lösungen zu ermöglichen. Die dazu erforderlichen digitalen Kollaborationssysteme verbinden den technik- und humanorientierten Ansatz eines Wissensmanagements, indem sie die Fachkräfte als Wissensträger/-innen und Wissensnutzer/-innen einbinden und technisch unterstützen. Sie werden daher auch als soziotechnische Systeme bezeichnet (vgl. GROSS & KOCH 2007, S. 13 ff.). Kollaborationssysteme werden eng mit Social Software und Kommunikationssystemen verwandt oder integrieren diese. Zu Social Software und Social Media werden Wikis, Blogs, Diskussionsforen und soziale Netzwerke gezählt, die den Prozess der Zusammenarbeit (Social Collaboration) erleichtern sollen. Die mithilfe dieser Systeme entstehenden Communities können eine soziale, professionelle oder kommerzielle Orientierung aufweisen. Im Kfz-Service kann von Expertennetzwerken gesprochen werden, die sich dadurch auszeichnen, dass sie „[...] sich aus der Motivation gründen, Wissen zu spezifischen Themen des professionellen Umfelds weiter-

zuentwickeln bzw. durch Kollaboration mit anderen Experten Synergien für die eigene Arbeit zu erzielen“ (BEINHAEUER 2004, S. 28). Virtuelle Kollaborationssysteme ermöglichen den Nutzerinnen und Nutzern eine direkte Einflussnahme auf die Datenbasis, die auf den bearbeiteten Fällen basiert. Dabei kann eine unsystematische Speicherung (z. B. in Form von Beiträgen und Diskussionen in Internetforen) oder eine systematische Ablage (z. B. in Form von Lessons Learned oder Best Practices) erfolgen. Die Vielfalt reicht dabei ähnlich wie in realen Communities of Practice von Arbeitshinweisen über systematische Erläuterungen bis hin zur Bildung von Überblickswissen bei den Mitgliedern der Community. Eine große Bedeutung kommt in Kollaborationssystemen der Archivierung und den Suchmöglichkeiten nach bereits gelösten Fällen oder abstrahierten Problemlösungen zu. Eine geeignete Software kann eine Systematisierung und Vereinheitlichung der Zusammenarbeit und Dokumentation sicherstellen und dabei auch Prinzipien des Case-Based-Reasoning integrieren. Derartig spezialisierte Kollaborationssysteme müssen für einen Einsatz im Kfz-Service die Rahmenbedingungen in Kfz-Werkstätten berücksichtigen und die Anforderungen an die Kommunikation zwischen den Kfz-Fachkräften aufgreifen. Ein solches System wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens KODIN-Kfz entwickelt, erprobt und positiv evaluiert, konnte sich jedoch unter den derzeit vorherrschenden Bedingungen in Kfz-Werkstätten (noch) nicht etablieren.

### **Ein Modell zu Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service**

Das nachfolgend vorgestellte Kollaborations- und Wissensmanagementmodell (KoWi-Modell) (vgl. Abb. 3) stellt die identifizierten Kategorien auf einem Kontinuum von der reinen Informationsdistribution bis hin zu einer kollektiven Intelligenz dar (vgl. KARGES 2017, S. 192 ff.; 2019, S. 66 f.).

In der Vertikalen strukturiert das KoWi-Modell die Kategorien nach Lernpotential, Gestaltungsspielraum, Formalität und Wissensfluss. Der linke Pol ist gekennzeichnet von Top-down-Ansätzen zur Verteilung von Informationen. Der Kompetenzanspruch an die Fachkräfte beschränkt sich dabei auf die Ausführung und den Fertigungsaspekt. Zum rechten Pol werden Fachkräfte über kollaborative Arbeitsweisen zunehmend in das Wissensmanagement eingebunden und die strenge Trennung zwischen Top-down- und Bottom-up-Informationsfluss löst sich auf, so dass sich eine kollektive Intelligenz im Sinne der

gemeinsamen Konstruktion von Wissen ergibt. Dabei stellen sich hohe Ansprüche an die technische Ausstattung der Werkstätten sowie die Fähigkeiten und Befugnisse der Fachkräfte. Von den ursprünglich hoheitlich agierenden Informationsanbietern und Fahrzeugherstellern erfordern derartige Ansätze die Akzeptanz von zunächst nicht verifiziertem Wissen aus den Werkstätten. Im Laufe des Prozesses und der Zusammenarbeit kann es korrigiert, verifiziert und verallgemeinert werden.

Im KoWi-Modell lassen sich mehrere Wissensdimensionen beschreiben (vgl. Abb. 4). Eine in der Psychologie übliche Unterscheidung erfolgt zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen.

Das deklarative Wissen weist eine große inhaltliche Breite auf und reicht von einfachem Faktenwissen bis zu umfangreichem und komplexem Theorie- und Konzeptwissen. Im KoWi-Modell tritt auf der linken Seite eher terminologisches Wissen und Faktenwissen in Form von kleinen und isolierten Elementen (Daten, Werte) sowie spezifischen Details (Pläne, Anleitungen) in den Vordergrund. Auf der rechten Seite des Modells kommt eher das Konzeptwissen zum Tragen, das Wissen zu Systemen, Prinzipien, Modellen und Strukturen im Kfz-Service (Fahrzeugzusam-

menhänge, Lessons Learned, Erfahrungswissen etc.) umfasst. Über alle Stufen des KoWi-Modells spielt auch das domänenspezifische prozedurale Wissen eine große Rolle, das von den Kfz-Fachkräften verinnerlicht und nahezu automatisch angewandt wird. Das jeweilige prozedurale Wissen verändert sich dabei im Modell vom linken zum rechten Pol. Auf der linken Seite umfasst es das Wissen zu spezifischen, oftmals kleinschrittigen Vorgehensweisen und Techniken, während es sich zur rechten Seite zunehmend in Richtung eigenständig entwickelter Recherche-, Diagnose- und Reparaturmethoden sowie dem Wissen, wann welche Vorgehensweise oder Methode situationsgerecht angewendet wird, entwickelt (vgl. AEBLI 1988, S. 310 ff.). Das Modell ermöglicht auf der rechten Seite dadurch einen großen Gestaltungsspielraum und bietet somit auch ein hohes Lernpotential, erfordert in dieser Ausprägung aber zeitgleich von den Kfz-Fachkräften eine fortgeschrittene Entwicklung zu Experten, bei denen verbal-deklaratives Wissen zu implizit-prozeduralem Wissen internalisiert wurde (vgl. NONAKA & TAKEUCHI 1997, S. 74 ff.), da dieses bei der Kommunikation und Kollaboration zwischen Experten als unausgesprochene Grundlage vorausgesetzt wird. Über das gesamte

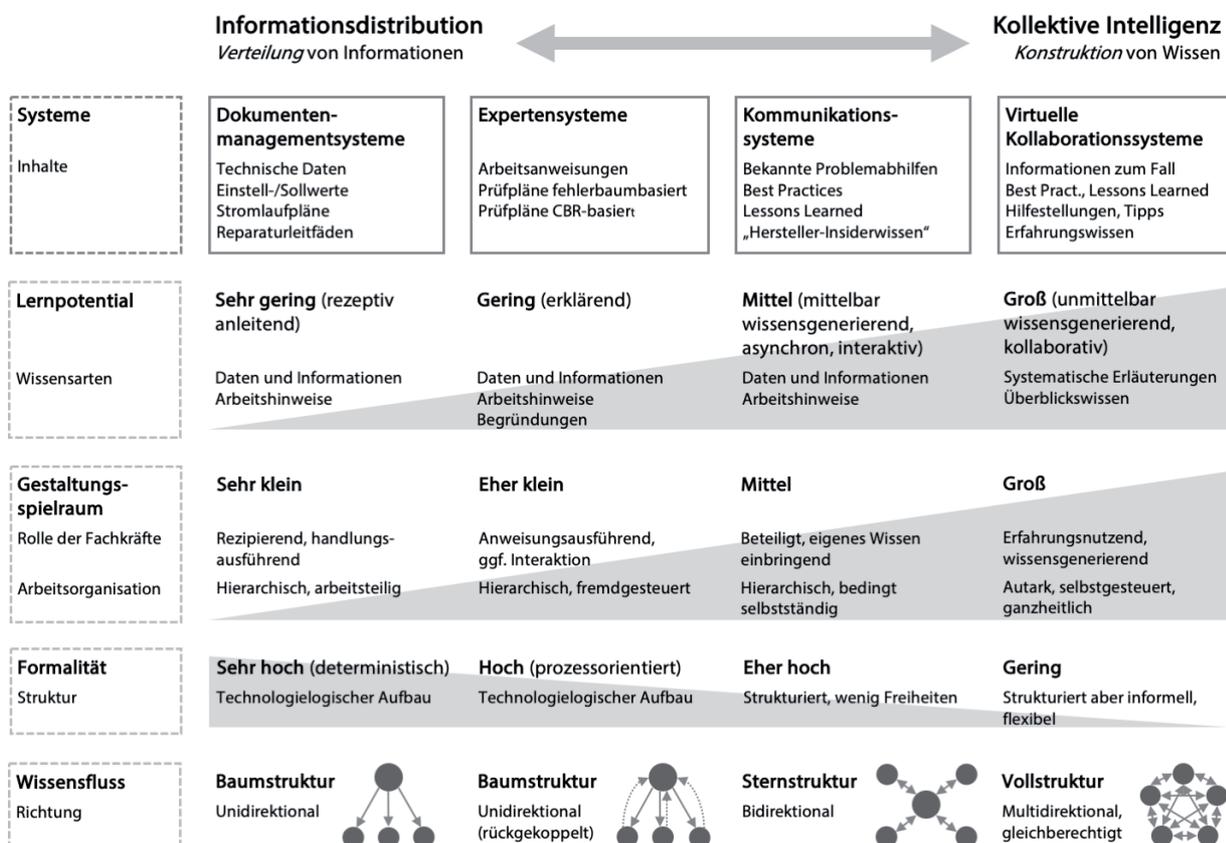


Abb. 3: KoWi-Modell (Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service)

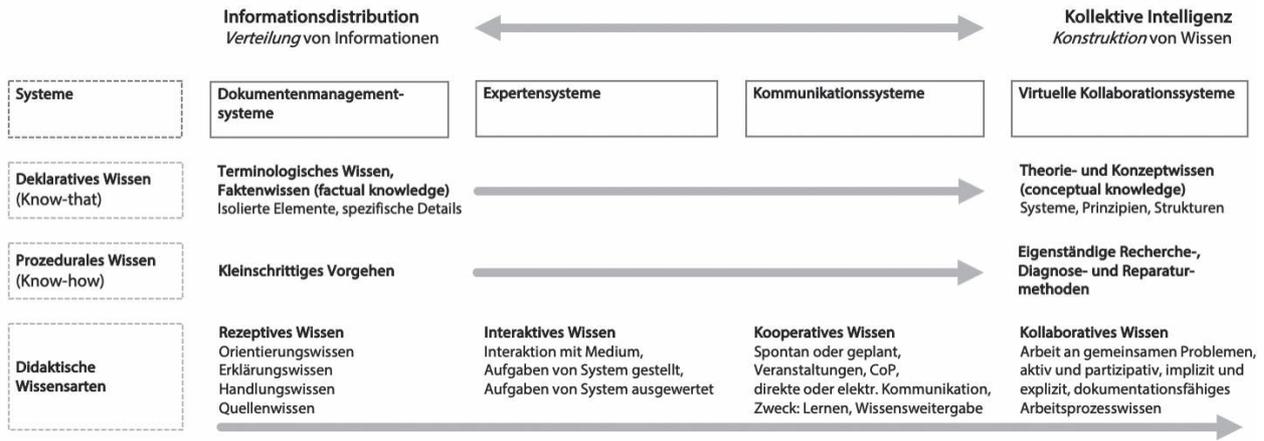


Abb. 4: Wissensdimensionen im KoWi-Modell

Modell ergänzen sich prozedurales und deklaratives Wissen gegenseitig, da beide Wissensarten in einem Wechsel- und Abhängigkeitsverhältnis stehen (vgl. GAGE & BERLINER 1996, S. 288).

Für das KoWi-Modell erscheint eine Erweiterung der Betrachtung der Wissensarten auf eine didaktische Sichtweise sinnvoll, damit die Potentiale für das Lernen und eine mögliche kollaborative Konstruktion von Wissen in Kfz-Werkstätten erschlossen werden können. Nach SWERTZ lassen sich drei Klassen didaktischer Wissensarten unterscheiden: rezeptives Wissen, interaktives Wissen und kooperatives Wissen (vgl. 2005, S. 8).

Rezeptives Wissen wird von den Nutzenden oder Lernenden ausschließlich passiv wahrgenommen. Es besteht aus Orientierungswissen (Gegenstände und deren Verortung im Kontext), Erklärungswissen (Begründung und Theorie), Handlungswissen (Anweisungen) und Quellenwissen (Recherche-, Vertiefungsmöglichkeiten) (vgl. ebd., S. 9). Im KoWi-Modell ist rezeptives Wissen insbesondere am linken Rand in den Dokumentenmanagementsystemen verortet. Das interaktive Wissen besteht in der Interaktion mit einem Medium und zeichnet sich primär durch Aufgaben aus, die von einem System gestellt und von diesem ausgewertet werden können. Übertragen auf das Modell, können Expertensysteme dieser Kategorie zugeordnet werden, da sie Anweisungen geben und die Antworten der Kfz-Fachkräfte auswerten. Sie greifen jedoch auch häufig auf rezeptives Wissen zurück, da sie primär nicht didaktische Ziele verfolgen, sondern die Fachkräfte zu einer aus deren Sicht passiven Problemlösung führen sollen. Die kooperativen Wissensarten unterscheidet SWERTZ in geplante und spontane Kooperationen, bei denen die Lernenden in einen Austausch treten (vgl. ebd., S. 11). Kooperationen prägen die rechte Hälfte des KoWi-Modells. Da-

bei kann es sich um geplante Kooperationen, etwa in Communities of Practice oder bei Veranstaltungen zum Erfahrungsaustausch, und spontane Kooperationen je nach Bedarf im direkten Austausch oder mithilfe von Kommunikationssystemen oder virtuellen Systemen handeln. Das kooperative Wissen im didaktischen Sinn verbleibt dabei aber auf der Ebene des Austausches und der Kommunikation zum Zweck der Wissensweitergabe und des Lernens.

Im KoWi-Modell wird dieses Wissen durch eine Form des kollaborativen Wissens ergänzt, wenn Fachkräfte aus den Werkstätten untereinander und gemeinsam mit Diagnoseanbietern und Fahrzeugherstellern mittels Kommunikation oder virtueller Kollaboration nicht nur Informationen und Wissen austauschen, sondern aktiv und partizipativ an einer gemeinsamen Problemstellung arbeiten. Diese neue Wissensart umfasst auch das Wissen um die Möglichkeiten der Zusammenarbeit und der gemeinsamen Produktion neuen domänenspezifischen Wissens für die Arbeit im Kfz-Service. Eine solche Art der Wissensgenerierung führt zu dokumentationsfähigem Arbeitsprozesswissen als Verknüpfung des Wissens der Fahrzeughersteller und Diagnoseanbieter mit den Erfahrungen aus den Werkstätten im Rahmen eines Wissensmanagements und der gemeinsamen gleichberechtigten Wissensarbeit aller Beteiligten. Dieses Wissen ist nicht technisch-abstrakt oder wissenschaftlich, sondern es besteht aus (fahrzeug-)systemischem Wissen zu Funktionszusammenhängen sowie methodischem Wissen zur Bedienung von Hilfsmitteln wie Diagnosegeräten und Informationssystemen (vgl. MUSEKAMP et al. 2011, S. 63).

Gegenwärtig ist ein derart angelegte Wissensarbeit im Kfz-Service nicht auszumachen. Sie ist nicht allein mit der Bereitstellung entsprechender technischer Möglichkeiten zu erreichen, sondern es bedarf

zusätzlich einer Erweiterung des Verständnisses von Kollaboration, einer erhöhten Wertschätzung des individuellen Wissens, der entsprechenden Förderung der Fachkräfte sowie einem Veränderungswillen bei den Unternehmensführungen. Nur unter diesen Voraussetzungen kann eine dynamisch-kollaborative Wissenskonstruktion gelingen, die fortlaufend neu konstruiertes und aktualisiertes Wissen bereitstellen kann.

Die Reichweite des KoWi-Modells ist nicht auf den Kfz-Service beschränkt, eine Übertragung auf andere Domänen, insbesondere solche mit ähnlichen Arbeits- und Organisationsstrukturen, erscheint sinnvoll und möglich. Exemplarisch seien Fachkräfte im Sanitär-Heizungs- und Klimagewerbe, die industriell hergestellte und oftmals von Ingenieuren geplante Anlagen auf Baustellen einbauen und in Betrieb nehmen, sowie Monteure und Kundendienstmitarbeiter in industriellen Branchen im Außendienst (z. B. Werkzeugmaschinenbau, Robotik, Druckmaschinen etc.) genannt. Von einer Kollaboration und einem gemeinsamen Wissensmanagement würden hier alle Beteiligten ebenso wie im Kfz-Gewerbe profitieren.

## FAZIT UND AUSBLICK

Aufbauend auf den vorgestellten Befunden erscheint eine arbeits- und lernförderliche Weiterentwicklung der Wissensarbeit mithilfe der Digitalisierung in Kfz-Werkstätten möglich und sinnvoll. Neues anwendungsrelevantes Wissen entsteht zwar vielfach in den Werkstätten, verbleibt derzeit jedoch bei den einzelnen Fachkräften. Besonders eine stärkere Berücksichtigung des Erfahrungswissens der Fachkräfte verspricht eine effektive Erweiterung der Wissensbasis von Kfz-Werkstätten. Dieses setzt jedoch eine verstärkte Kommunikation und Kollaboration mit dem Ziel eines umfassenden Wissensmanagements voraus. Dazu müssen die derzeit noch verbreitet vorherrschenden traditionellen Kulturen in den Kfz-Werkstätten überwunden werden. Im Ergebnis scheint eine Zusammenarbeit dann auch von räumlich getrennten Mitgliedern einer Community of Practice möglich. Die Ergebnisse einer solchen Community könnten in aufgearbeiteter Form digital gesichert und zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich könnten gegenwärtige technologische Entwicklungen bei der künstlichen Intelligenz, z. B. Text-Mining oder Kontextanalysen, eine engere Verzahnung des Community-Wissens mit dem expliziten Wissen in Datenbanken ermöglichen.

Auch eine verstärkte Nutzung von Wissensmanagement für Lernprozesse erscheint vielversprechend. Die guten Voraussetzungen für erfolgreiche Lernvorgänge im betrieblichen Umfeld (situiert und authentisch) könnten für eine systematische Wissensarbeit genutzt werden, um insbesondere die notwendigen Kompetenzen zur Bewältigung des steigenden Informations- und Wissensbedarfs bei zunehmender Komplexität in Arbeitsprozessen zu fördern. Dabei können in Betrieb und Berufsschule Methoden des Wissensmanagements zur Gestaltung von Lernprozessen eingesetzt werden (vgl. KARGES 2018), es sollten aber auch die Notwendigkeit und Selbstverständlichkeit der Nutzung von Informations- und Kollaborationssystemen vermittelt werden, damit die Auszubildenden bereits in der Ausbildung eine offene Haltung zu Wissensmanagement- und Kollaborationsprozessen entwickeln. Dazu gehören neben dem Einsatz der entsprechenden Systeme durch die Auszubildenden in Betrieb und Berufsschule auch das Erlernen einer kritischen Reflexionsfähigkeit bzgl. des eigenen Wissens sowie fremder Wissensinhalte (z. B. aus Kollaborationssystemen) und die Entwicklung einer korrekten Fachkommunikation (sprachlich und inhaltlich), die für Austausch und Kollaboration zunehmend an Bedeutung gewinnt.

## LITERATUR

- AEBLI, H. (1988): Zwei Wege zum Wissen. Abschiedsvorlesung von Hans Aebli. In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 6. Jg, Heft 3, S. 306–322
- BECKER, M. (2003): Diagnosearbeit im Kfz-Handwerk als Mensch-Maschine-Problem. Konsequenzen des Einsatzes rechnergestützter Diagnosesysteme für die Facharbeit. Bielefeld: Bertelsmann
- BECKER, M. (2005a): „Intelligente“ Diagnosesysteme im Serviceeinsatz – Gestaltungsmöglichkeiten und Grenzen automatisierter Diagnosemechanismen. In: PISCHINGER, S. (Hrsg.): 14. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik. Aachen: VKA, S. 469–484
- BECKER, M. (2005b): Lernen mit tutoriellen Arbeitssystemen. In: RAUNER, F. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld: Bertelsmann, S. 315–320
- BEINHAUER, M. (2004): Knowledge Communities. Lohmar: Eul
- BOURAUDEL, F. (1995): Problemlösung mit Hilfe von computerisierten Expertensystemen am Beispiel BMW. In: RAUNER, F.; SPÖTTL, G. (Hrsg.): Auto, Service und Beruf in Europa. Ergebnisse der Europäischen Automobilkonferenz am 2. und 3. Dezember 1994 in Luxemburg. Bremen: Donat, S. 39–45
- BRÖDNER, P. (2008): Das Elend computerunterstützter Organisationen. In: GUMM, D; JANNECK, M.; LANGER, R.;

- SIMON, E. J. (Hrsg.): Mensch – Technik – Ärger? Zur Beherrschbarkeit soziotechnischer Dynamik aus transdisziplinärer Sicht. Berlin: Lit, S. 39–60
- BRÖDNER, P. (2015): Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub? In: HIRSCH-KREINSEN, H.; ITTERMANN, P.; NIEHAUS, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 231–250
- BUSCH, B.; HERRMANN, T.; JUST, K.; RITTENBRUCH, M. (1994): Systeme für Experten statt Expertensysteme. Von der Folgenforschung zur kompetenzförderlichen Gestaltung wissensbasierter Technik. Sankt Augustin: Infix
- DÖRNER, D. (2014): Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Erw. Neuauflage 2003, 12. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt
- GAGE, N. L.; BERLINER, D. C. (1996): Pädagogische Psychologie. 5., überarb. Auflage. Weinheim: Beltz; PsychologieVerlagsUnion
- GROSS, T.; KOCH, M. (2007): Computer-Supported Cooperative Work. München: Oldenbourg
- KARGES, T. (2014): Identifikation problemlöseförderlicher Bedingungen für die kollaborative Kfz-Diagnose. In: SPÖTTL, G.; BECKER, M.; FISCHER, M. (Hrsg.): Arbeitsforschung und berufliches Lernen. Frankfurt am Main: Lang-Edition, S. 221–239
- KARGES, T. (2017): Wissensmanagement und Kommunikationsprozesse im Kfz-Service. Bedeutung und Perspektiven für die Facharbeit in Kfz-Werkstätten. Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen/Habilitationen, 48. Bielefeld: W. Bertelsmann
- KARGES, T. (2018): Wissensmanagement im Kontext beruflicher und betrieblicher Lernprozesse. In: lernen & lehren, Heft 130, S. 60–65
- KARGES, T. (2019): Bedeutung und Perspektiven von Wissensmanagement und Kommunikationsprozessen für die Facharbeit und das berufliche Lernen – Eine Untersuchung am Beispiel des Kfz-Service. In: VOLLMER, T.; JASCHKE, S.; HARTMANN, M.; MAHRIN, B. & NEUSTOCK, U. (Hrsg.): Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung. Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 55–70.
- LÉVY, P. (1997): Die kollektive Intelligenz. Eine Anthropologie des Cyberspace. Mannheim: Bollmann
- MUSEKAMP, F.; SPÖTTL, G.; BECKER, M. (2011): Zweijährige Ausbildung im Kfz-Service. Kfz-Service-mechaniker/innen aus der Perspektive von Auszubildenden, Lehrenden und betrieblichen Akteuren. Bielefeld: Bertelsmann
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1997): Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt am Main: Campus-Verlag
- PISA-KONSORTIUM (Hrsg.) (2003): Erfassung fächerübergreifender Problemlösekompetenzen in PISA. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Online verfügbar: <https://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/Problemloesen.pdf>, zuletzt geprüft: 06.09.2019
- SCHREIER, N. (2001): Computergestützte Expertensysteme im Kfz-Service. Eine empirische Untersuchung von Entwicklung, Implementierung und Einsatz rechnergestützter Diagnosesysteme. Bielefeld: Bertelsmann
- SWERTZ, C. (2005): Web-Didaktik. Eine didaktische Ontologie in der Praxis. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, Heft 10. Online verfügbar: <http://dx.doi.org/10.21240/mpaed/10/2005.09.12.X>, zuletzt geprüft am 28.09.2019

# „Als Fachmann ist es ja so, man hat schon ein Gespür dafür“ – Zum erfahrungsgelitet-subjektivierenden Arbeitshandeln von Kfz-Diagnoseexperten



TIM RICHTER

Das Ziel von Kfz-Diagnosearbeit ist es, die Ursache einer nachvollziehbaren Kundenbeanstandung zu identifizieren und Reparaturmaßnahmen zur Wiederherstellung des Fahrzeug-Sollzustands zu definieren. Dazu verwenden die Kfz-Diagnosefachkräfte spezifische Arbeits- und Informationsmitteln, wie bspw. ein Werkstattinformationssystem oder ein Off-Board-Diagnosesystem (auch „Diagnosetester“ genannt). Um das Wissen und Können der Kfz-Diagnoseexpertinnen und Kfz-Diagnoseexperten erschließen und die Erkenntnisse für die Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements nutzen zu können, wurde eine qualitative Untersuchung durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sich das erfahrungsgelitet-subjektivierende Arbeitshandeln und das Erfahrungswissen bei der Störungsdiagnose an modernen Fahrzeugen als ein besonderes Potenzial und Vermögen der Kfz-Diagnoseexperten erweist.

## VERÄNDERTE ANFORDERUNGEN DER Kfz-DIAGNOSEARBEIT

Die Bearbeitung eines Werkstattauftrags erfordert es von der Kfz-Diagnosefachkraft, sich mit dem Istzustand des instand zu setzenden Fahrzeugs so weit auseinanderzusetzen, dass sie in der Lage ist, zielführende Reparaturmaßnahmen zu definieren, die sich unter Berücksichtigung der Vorgaben des Fahrzeugherstellers auf die kleinste austauschbare oder reparable Systemeinheit beziehen. Der Arbeitsprozess einer Kfz-Diagnosefachkraft ist folglich als vollständiger Arbeitsablauf zu verstehen, der darin besteht, die für den nachfolgenden Reparaturprozess relevanten Informationen zu ermitteln und weiterzugeben.

Das Ausmaß der technischen Komplexität moderner Fahrzeuge erklärt sich durch die Anzahl der verfügbaren Funktionen sowie durch die Anstrengungen der Fahrzeughersteller, die Forderungen nach höherer Motorleistung bei gleichzeitig reduziertem Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß zu realisieren. Ein weiterer Treiber der technischen Komplexität besteht im Trend zur Antriebsdiversität. So

werden aktuelle Fahrzeuge durch Verbrennungsmotoren (Otto- und Dieselmotoren), durch Hybrid-Konzepte unterschiedlicher Bauart sowie durch Elektro-Maschinen angetrieben. Zudem ist aufgrund der Konfigurationsmöglichkeiten von Hard- und Softwarekomponenten die aktuelle Vielfalt einzelner Fahrzeugmodelle derart ausgeprägt, dass theoretisch keine zwei identischen Fahrzeuge vorzufinden sind (vgl. HIRSCHBERG 2015).

Die zunehmende technische Komplexität sowie Variantenvielfalt führen zu einem Anstieg des Auftretens singulärer Fehler. Zudem ist es nicht möglich, alle Fehlermöglichkeiten im Vorfeld der Markteinführung zu erkennen und durch entsprechende Prüfpläne, die durch die sogenannte Geführte Fehlersuche (GFS) bereitgestellt werden, abzudecken. Daher kommt es „vermehrt zu reduzierten und unspezifischen Fehlersuchprogrammen (z. B. „Suche nach Stromlaufplan“)“ (MÜLLER/KRIEGER/LANGE et al. 2008, S. 169), sodass die Unterstützung durch die GFS zunehmend nicht genutzt werden kann. Die skizzierte Entwicklung führt zu einem Wandel der Kompetenzanforderungen der Kfz-Diagnosearbeit in dem Sinne, dass die Kfz-Fachkräfte vermehrt gefordert sind, sich mit neu-

artigen und nicht-planbaren Anforderungssituationen auseinanderzusetzen.

Durch das sogenannte erfahrungsgeleitet-subjektivierende Arbeitshandeln wird eine „verborgene Seite“ professionellen Handelns beleuchtet, das speziell bei der Bewältigung solcher Situationen zum Ausdruck kommt.

### **ARBEIT ALS ERFAHRUNGSGELEITET-SUBJEKTIVIERENDES HANDELN**

Die arbeits- und industriesoziologischen Untersuchungen der Forschungsgruppe um BÖHLE (vgl. u. a. 2005, S. 9 ff.; 2018; BÖHLE/ROSE 1992; BAUER/BÖHLE/MUNZ et al. 2002; SEVSAY-TEGETHOFF 2007) zeigen, dass das kompetente Handeln der Fachkräfte nicht nur von ihrem Fachwissen, sondern auch in zunehmendem Maße von ihrem Erfahrungswissen abhängig ist (vgl. SEVSAY-TEGETHOFF 2007, S. 53). Die „Nähe zum Begriff Erfahrungswissen ergibt sich vor allem durch die Betonung sinnlich-körperlicher Wahrnehmung; in den Blick gerückt werden damit Formen des Wissens und des Handelns, bei denen die sinnliche Wahrnehmung und in dieser Weise ‚Erfahrung‘ bzw. ‚das Erfahren‘ und ‚Erfahrung machen‘ eine zentrale Grundlage und Voraussetzung für geistig-mentale Prozesse sind“ (BAUER/BÖHLE/MUNZ et al. 2002, S. 40). Erfahrungswissen wird in diesem Kontext in Anlehnung an POLANYI (vgl. 1985) als eine Form des impliziten Wissens beschrieben und oft als ein besonderes „Können“ bezeichnet (vgl. NEUWEG 2004). Erfahrungswissen entpuppt sich insofern „als eine besondere Art der Auseinandersetzung mit der Umwelt und als eine besondere Handlungsweise“ (BÖHLE 2018). Diese zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (vgl. BÖHLE 2005, S. 12 f.):

- *Komplexe sinnliche Wahrnehmung, die mit subjektiven Empfindungen verbunden ist.* Diese richtet sich sowohl auf exakte und eindeutig definierbare Informationen als auch auf diffuse Informationsquellen, wie bspw. Geräusche oder Gerüche.
- *Wahrnehmungs- und verhaltensnahe Formen des Denkens.* Dabei werden Eigenschaften, konkrete Gegebenheiten und Ereignisse „als Bild wie auch als Bewegungsablauf, Geruch und akustisches Signal im Gedächtnis behalten. Auf diese Weise kann beispielsweise durch ein bestimmtes Ereignis eine weit reichende Assoziationskette ausgelöst werden“ (ebd., S. 12).
- *Dialogisch-interaktiver und entdeckend-explorativer Umgang mit Technik und Personen.* Dabei wird das Vorgehen durch das jeweilige Ergebnis eines ein-

zelnen Arbeitsschritts beeinflusst. Die praktische Durchführung von Arbeitsvollzügen ist hier ein Mittel, um Eigenschaften und Wirkungsweisen bspw. von technischen Anlagen zu erkunden und um sich im weiteren Verlauf darauf einzustellen.

- *Eine Beziehung zur Umwelt, die auf Nähe, Ähnlichkeit und Verbundenheit beruht.* Auch technische Anlagen werden nicht nur als Objekte, deren Funktionen Gesetzmäßigkeiten folgen, betrachtet. Vielmehr gelten sie „als etwas ‚Lebendiges‘, als etwas, das ein ‚Eigenleben‘ hat und auf das man sich einstellen muss und kann“ (ebd., S. 13, Hervorh. i. O.).

Demgegenüber beruht das objektivierende Arbeitshandeln auf wissenschaftlich begründetem Wissen sowie „rational nachvollziehbaren Entscheidungen, der Trennung von (Handlungs-)Planung und Ausführung sowie einem instrumentellen Umgang mit dem Körper, den Sinnen und einer affektneutralen, distanzierten Beziehung zur Umwelt“ (SEVSAY-TEGETHOFF 2007, S. 62). Das erfahrungsgeleitet-subjektivierende und das objektivierende Arbeitshandeln beruhen auf unterschiedlichen Fähigkeiten, sind aber als sich ergänzende Handlungsformen zu verstehen.

In Bezug auf die Kfz-Diagnosearbeit wird darauf verwiesen, dass wissenschaftlich fundiertes Wissen erforderlich, aber nicht ausreichend ist, um Störungsdiagnose an Fahrzeugen professionell betreiben zu können (vgl. BECKER 2003, S. 33 ff.; KARGES 2017, S. 37). In Anlehnung an das Konzept des erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Handelns führt BECKER (2003, S. 33) im Kontext der Kfz-Diagnosearbeit eine notwendige „nicht-formalisierbare Rationalität“ an. Nach SCHREIER ist eine „diagnosespezifische Problemlösekompetenz der Facharbeiter im Service gerade bei der erfahrungsgeleiteten Diagnose von entscheidender Bedeutung“ (SCHREIER 2001, S. 30). Was aber Kfz-Diagnoseexpertinnen und Kfz-Diagnoseexperten wirklich können und welche Fähigkeiten die „nicht-formalisierbare Rationalität“ bzw. die „diagnosespezifische Problemlösekompetenz“ umfasst, wurde bisher nicht umfassend untersucht. Insofern stellt sich die Frage: Welche Bedeutung hat das erfahrungsgeleitet-subjektivierende Arbeitshandeln in der Kfz-Diagnose und durch welche Merkmale zeichnet sich diese Form des Handelns der Kfz-Diagnoseexpertinnen und Kfz-Diagnoseexperten aus?

### **METHODISCHES VORGEHEN**

Für die qualitative Untersuchung des Arbeitshandelns der Kfz-Diagnosefachkräfte bietet es sich an,

durch Gespräche mit den Fachkräften Informationen über ihre Arbeitspraktiken zu gewinnen oder durch berufswissenschaftliche Arbeitsprozessanalysen das in dem Arbeitshandeln der Fachkräfte inkorporierte Wissen und Können zu erschließen. Beide Ansätze wurden miteinander verknüpft, sodass das Konzept der qualitativen Untersuchung eine Kombination der Forschungsinstrumente „Arbeitsprozessanalyse“ und „halbstandardisiertes Experteninterview“ darstellt. Diese Untersuchung war so angelegt, dass die Durchführung der Arbeitsprozessanalysen den halbstandardisierten Experteninterviews voranging, um die Ergebnisse der Arbeitsprozessanalysen im Sinne einer kommunikativen Validierung zu hinterfragen und zu ergänzen.

Es wurden insgesamt zwölf herstelleregebundene Kfz-Betriebe, die in Nord- und Ostdeutschland ansässig sind, besucht. Für die Durchführung der Untersuchung wurde mit den Verantwortlichen in den Betrieben vorerst ein Zeitraum von zwei Tagen vereinbart und in Abhängigkeit der aktuellen Auftragslage verlängert. Die im Arbeitsprozess begleiteten und befragten männlichen Personen waren im Durchschnitt 40 Jahre alt und verfügten über 22 Jahre Berufserfahrung. Diese Fachkräfte hatten eine Qualifizierungsmaßnahme mit Bezug auf das Aufgabenfeld der Störungsdiagnose erfolgreich absolviert. Vorausgesetzte Eingangsqualifikationen hierfür sind die Profile der Kfz-Servicetechnikerin/des Kfz-Servicetechnikers oder die Meisterin/der Meister im Kfz-Techniker-Handwerk. Erkenntnisse über das Arbeitshandeln von Kfz-Diagnoseexpertinnen konnten nicht gewonnen werden, da diese nicht zum Kreis der im Arbeitsprozess begleiteten oder durch Experteninterviews befragten Personen zählten. Dies begründet sich dadurch, dass überwiegend männliche Personen in der Kfz-Diagnosearbeit tätig sind.

### **MERKMALE DES ARBEITSHANDELNS DER Kfz-DIAGNOSEEXPERTEN**

Die Störungsdiagnose an Fahrzeugen als objektivierendes sowie als erfahrungsgeleitet-subjektivierendes Arbeitshandeln der Kfz-Diagnoseexperten ist darauf gerichtet, die Ursache von Funktionsstörungen aufzufinden. Die beiden Handlungsformen unterscheiden sich in der Art und Weise, wie versucht wird, dieses Ziel zu erreichen. Die Abb. 1 gibt einen Überblick der beiden Formen und der vier Dimensionen des Arbeitshandelns der Kfz-Diagnoseexperten, die im Folgenden beschrieben werden.

### **Unterschiedliche Arten des Vorgehens bei der Bearbeitung von Kfz-Diagnosefällen**

Im Modus des erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Arbeitshandelns der Kfz-Diagnoseexperten erfolgt das Vorgehen zur Identifizierung von Störungsursachen nicht im Sinne von „Versuch und Irrtum“. Ebenfalls entspricht es nicht der Abarbeitung eines Plans, der im Vorfeld des diagnostischen Prozesses festgelegt wurde. Denn „es wird niemals das Richtige geben und selbst wenn Sie jetzt sagen, wir stellen hier einen Leitfaden hin, so fängt man an, das gibt es nicht. Sie können das nicht immer umsetzen von eins zu eins, das passt nicht“ (Interviewausgabe EXPERTE F). Es handelt sich vielmehr um ein dialogisch-exploratives und für die Besonderheiten des instand zu setzenden Fahrzeugs offenes Vorgehen. Durch diesen Prozess des „Herantastens“ an die Eigenschaften des Fahrzeug-Istzustands wird der Fehler „langsam müde gejagt“ (ebd.). Kennzeichnend dafür ist eine Verschränkung von Planung und Ausführung von nach außen gerichteten Handlungen mit den Rückmeldungen des zu diagnostizierenden Fahrzeugs, sodass eine permanente Anpassung des aktuellen Situationsverständnisses und des nächsten Handlungsschrittes durch die im diagnostischen Prozess ermittelten Erkenntnisse erfolgt. Insofern ist in Anlehnung an BÖHLE die „praktische Durchführung von Arbeitsvollzügen“ selbst als ein Mittel zu verstehen, „um Eigenschaften und Wirkungsweisen des Gegenübers zu erkunden und sich im weiteren Verlauf darauf einzustellen“ (BÖHLE 2010, S. 161).

Bei dem Vorgehen zur Identifizierung einer Störungsursache handelt es sich nicht grundsätzlich um einen mehrschrittigen Prozess. Haben die Experten bereits in einem frühen Stadium der Fallbearbeitung eine konkrete Vermutung, werden nur wenige Prüfungen unternommen und die Störungsursache in aller Regel rasch gefunden. Für dieses Vorgehen ist das Vertrauen der Kfz-Diagnoseexperten in ihr intuitives Situationsverständnis kennzeichnend. Das heißt, die Experten verzichten trotz der Vielzahl der aufgrund der technischen Komplexität in Betracht zu ziehenden Störungsursachen darauf, umfassend Informationen über den Fahrzeug-Istzustand zu sammeln.

Demgegenüber beruht das Vorgehen der Kfz-Diagnosefachkraft im Modus des objektivierenden Handelns auf rational nachvollziehbaren Entscheidungen. Es handelt sich um ein regelgeleitet-objektivierendes Vorgehen. Ein solches Handeln wird insbesondere bei der Bearbeitung von Kfz-Diagnosefällen mithilfe von technischen Falldokumenten deutlich. Bei dieser

fallbasierten Kfz-Diagnosestrategie wird versucht, eine neuartige diagnostische Herausforderung dadurch zu lösen, indem die Merkmale eines bereits bekannten und dokumentierten Falls mit dem vorliegenden Fall verglichen werden, um bei hinreichender Ähnlichkeit von der gleichen Störungsursache ausgehen zu können. Das heißt, das Handeln der Kfz-Diagnosefachkraft erfolgt nach vorgegebenen bzw. formalisierbaren Regeln und wird durch objektiv beschreibbare Kriterien geleitet. Ein vergleichbares Vorgehen ist auch in Bezug auf die Anwendung der GFS festzustellen. Die Prüfpläne sind gerade so konzipiert, dass eine Störungsursache unabhängig vom individuell verfügbaren Erfahrungswissen der Fachkräfte identifiziert werden kann. Die Kfz-Diagnoseexperten handeln nach Regeln, sofern sie die vorgeschlagenen Prüfschritte ausführen – sich also von der automatisierten Diagnose leiten lassen.

### Unterschiedliche Arten der Wahrnehmung

Die beobachteten Arbeitsprozesse zeigen, dass die Bedeutung von Informationen, die durch den direkten Kontakt zum Kundenfahrzeug erlangt werden, für die Störungsdiagnose nicht zu unterschätzen ist. So orientieren sich Kfz-Diagnoseexperten nicht nur an technisch vermittelten und/oder vordefinierten Informationen, wie sie bspw. durch den Diagnosetester oder durch andere Prüf- und Messgeräte bereitgestellt werden. Der direkte Kontakt zu dem zu diagnostizierenden Fahrzeug ermöglicht die ergänzende Orientierung an „originären“ bzw. „diffusen und vielschichtigen“ Informationsquellen (vgl. BÖHLE/ROSE 1992, S. 101 ff.). So gaben die Kfz-Diagnoseexperten an, dass „man auch sensibel“ (EXPERTE H) sein muss, um bspw. anhand eines bestimmten „Tickerns“ (ebd.) zu erkennen, dass das Regenerierventil für Tankentlüftung arbeitet oder um zu hören, „ob da Kunststoff auf Kunststoff oder Metall auf Metall reibt“ (EXPERTE C). Anhand von Geräuschen können die befragten Fachkräfte z. B. erkennen, dass eine Leckage in der Ladedruckstrecke eines Motors mit Abgasturbolader vorliegt: „Wenn da 1,5 bar Ladedruck oder so drauf ist, das hört man, das bläst ab“ (EXPERTE G). Auch Wahrnehmungserlebnisse, die über den Sehsinn gemacht werden, sind bei der Störungsdiagnose an Fahrzeugen relevant: „Manchmal haben Sie einen unrunder Motorlauf und haben Wasserverbrauch, weil er immer Wassereinschläge hat. Das können Sie auch manchmal am Öl sehen, das kriegt einen grauen Schleier“ (EXPERTE F). Durch den Geruchssinn sind die Experten z. B. in der Lage, nicht nur Zustände von Motorölen zu unterscheiden,

sondern auch eine Aussage über den Zustand des Verbrennungsmotors zu treffen. Ebenso können olfaktorische Sinneseindrücke dabei helfen, eine Störungsursache im Bereich der Fahrzeugelektrik/-elektronik zu identifizieren, denn: „Elektrik kann man riechen“ (ebd.). Neben diesen Beispielen, die sich auf den Gebrauch der klassischen fünf Sinne beziehen, spielen noch weitere Sinnesgebiete eine Rolle. So wird bspw. das „Ruckeln“ eines Kundenfahrzeugs bei der Probefahrt durch den Lage- und Bewegungssinn erfasst – die Kfz-Diagnoseexperten sprechen hier vom „Popometer“ (EXPERTE D). Die sinnlichen Wahrnehmungen können nicht losgelöst von subjektiven Empfindungen betrachtet werden. So kommt im Handeln der Experten auch eine Sensibilität für unterschiedliche Qualitäten von komplexen Wahrnehmungserlebnissen zum Ausdruck. Aufgrund dieser Empfindungen sind die Kfz-Diagnoseexperten in der Lage, die beanstandeten Symptome zu konkretisieren und den Suchraum auf einen Systemausschnitt einzuengen: „Als Fachmann ist es ja so, man hat schon ein Gespür dafür. [...] Das ist ein weiches Rucken, das wird schon in die Richtung Kraftstoff hingehen oder ist das richtig hart, dann sagt man, okay, das sind Zündaussetzer“ (EXPERTE G).

Die Wahrnehmung im Modus des objektivierenden Handelns beschränkt sich auf ein möglichst exaktes und objektives Registrieren von Informationen. Dies ist bspw. bei der Arbeit mit einem Prüfplan der GFS gefordert. Die Fachkraft erhält Anweisungen zu exakt beobachtbaren Gegebenheiten und wird zu Angaben aufgefordert, die ein exaktes und objektives Registrieren erfordern und subjektive Gefühle und Empfindungen ausgrenzen. So werden bspw. Werte zur Kühlmitteltemperatur technisch vermittelt vorgegeben, sodass eine mögliche „Verzerrung“ oder „Unge nauigkeit“ durch das subjektive Temperaturempfinden ausgeschlossen wird. „Nehmen wir mal wieder den Temperaturwert, der [Diagnosetester, d. Verf.] zeigt dann wirklich 20 °C an. [...] Und der Außentemperaturwert ist dann auch noch 20 °C – okay, das ist plausibel“ (EXPERTE A). Dieses objektive Registrieren von Informationen zeigt sich auch bei der Diagnose von sogenannten Softwarefehlern – also von Funktionsstörungen, die durch fehlerhafte auf Steuergeräten installierte Software verursacht werden: „Bei Softwarefehlern, da kann man ja nur schauen, ob die aktuelle Softwareversionsnummer mit der, die er laut TPI [Technische Produktinformation, d. Verf.] haben müsste, übereinstimmt. [...] Da siehst du

nur die Versionsnummer und wenn die nicht stimmt, machst du ein Software-Update“ (EXPERTE H).

### Unterschiedliche Arten des Denkens

Durch On- und Off-Board-Diagnosesysteme werden die Kfz-Fachkräfte in den Werkstätten nicht nur durch Anwendungen wie die GFS bei der Störungsdiagnose unterstützt, sondern es werden auch umfangreiche Informationen über das Fahrzeug bereitgestellt. In der Praxis zeigt sich, dass Fehlerspeichereinträge von den Kfz-Diagnoseexperten kontextabhängig selektiert und zueinander in Beziehung gesetzt werden. Auf diese Weise konstruieren die Kfz-Diagnoseexperten subjektiv plausible Vorstellungen zur Entstehung von Fehlern. Dadurch gelingt es den Fachkräften, die Komplexität der Anforderungssituation bereits in einem frühen Stadium zu reduzieren und somit die weitere Exploration des Fahrzeug-Istzustands (vorerst) auf einen Systemausschnitt zu konzentrieren. Nicht nur die Angaben des Diagnosetesters werden durch subjektive Vorstellungen ergänzt, sondern auch die Angaben in technischen Dokumenten, wie bspw. Stromlaufpläne. Diese Vorstellungen von technischen Abläufen sind mit den Ausführungen von DE KLEER und BROWN (vgl. 1983, S. 155 ff.) zur mentalen Simulation von technischen Systemen vergleichbar. Durch die Fähigkeit zur mentalen Simulation, werden Prozesse in Fahrzeugsystemen nachvollzogen, ein Systemverhalten sowie die Entstehung von Störungsursachen und das Zustandekommen von Fehlerspeichereinträgen plausibel gemacht. Hierauf basierend werden durch Prozesse des Schlussfolgerns Hypothesen zur Eingrenzung oder Ausweitung des Suchraums entwickelt.

Bei Kfz-Diagnosefällen mit einer niedrigen Auftretenshäufigkeit hängt das Auffinden der Störungsursache(n) von einer den fallspezifischen Gegebenheiten entsprechenden initialen Orientierung ab. Die befragten Kfz-Diagnoseexperten beschreiben diese initiale Orientierung als „Richtung“ („Am Anfang hat man ein paar Ideen, eine Richtung, wo es hingehen könnte, und dann schaut man eben“, EXPERTE D). Das Erkennen einer „Richtung“ ist sozusagen der erste Schritt auf dem Weg der Erkenntnis, um welche Störungsursache es sich handelt. Bemerkenswerterweise scheinen Gefühle beim Erkennen einer Richtung bzw. bei der Entscheidung für eine Richtung eine bedeutsame Rolle zu spielen: „Wir haben ja mehrere Möglichkeiten, von der Elektronik zu mechanischen Sachen und so weiter. [...] In welche Richtung sagt mir mein Gefühl. Dieses Gefühl, was

ich habe, das ist erst mal das Wichtigste von allem. Und wie kann ich das jetzt eingrenzen?“ (EXPERTE A). Das „Gefühl“ scheint hier eine handlungsleitende Funktion in dem Sinne zu haben, davon überzeugt zu sein, eine richtige „Richtung“ zu verfolgen. Das heißt, die Kfz-Diagnoseexperten verlassen sich offenbar darauf, dass sich das Gefühl einstellt, welches auf etwas Bedeutungsvolles, das noch im Verborgenen liegt, aufmerksam macht und somit eine Suchrichtung „anzeigt“, die es sich zu verfolgen lohnt.

Eine solche Fähigkeit beschreibt Polanyi als „antizipative Intuition“, die auf der „Sensibilität für verborgene Muster“ (POLANYI ZIT. N. NEUWEG 2004, S. 208) beruht. Diese antizipative Intuition liefert keine Hypothese, sondern es handelt sich um eine Ahnung, die von HOGREBE wie folgt beschrieben wird: „Sie sind immer dann im Spiel, wenn mir eine gewisse diffuse Vielfalt von Daten, [...], Informationen gegeben ist, ohne daß ich den Zusammenhang, [...], das System ihrer Einbettung schon überblicke. Angesichts einer beziehungslosen Vielfalt ahnen wir manchmal schon das Muster, in dem jene Vielfalt in einer sinnvollen Konfiguration erscheint“ (1996, S. 18). Das von den befragten Kfz-Diagnoseexperten beschriebene Gefühl, das ausschlaggebend dafür ist, in welche Richtung es sich zu suchen lohnt, kann demnach als das Resultat einer antizipativen Intuition verstanden werden. Dieses gefühlsmäßige Ahnen stellt sich nicht voraussetzungslos ein. So kann die Kfz-Diagnosefachkraft keine Ahnung haben, wenn sie „nicht über das nötige Wissen und die Erfahrung verfügt“ (ebd., S. 17).

Das Erfahrungswissen, das sich die Fachkräfte durch die Bearbeitung einer Vielzahl von Kfz-Diagnosefällen angeeignet haben („Erfahrungsschatz“), hat insbesondere für die rasche Bewältigung von Kfz-Diagnosefällen mit einer hohen Auftretenshäufigkeit eine herausragende Bedeutung. Das intuitive Fallverständnis stellt sich nicht ohne Weiteres ein, sondern auf der Basis von Erfahrungswissen. Durch diese automatische Interpretation der anfänglichen Angaben über das Kundenfahrzeug verfügt die Fachkraft über ein subjektiv plausibles Fallverständnis, welches es ermöglicht, Reparaturmaßnahmen zu bestimmen. Die kognitiven Prozesse, durch die sich ein solches Fallverständnis einstellt, laufen nicht in der Form analytischen Denkens ab und sind auch nicht in Form von generalisierbaren Regeln beschreibbar. In Anlehnung an BECKER (vgl. 2003, S. 247; 2005, S. 480; 2009b, S. 102) erfolgt das Zustandekommen eines intuitiven Fallverständnisses nach einer

„nicht-formalisierbaren Rationalität“. So helfen in „vielen Fällen [...] Fehlersuchstrategien, die bereits gemachte Erfahrungen mit Fehlerfällen berücksichtigen [...]. Die Fehlersuche läuft dann nach rationalen Überlegungen ab, die aber nicht formalisiert sind. Gemachte Erfahrungen liefern Ideen und das Fehlerbild insgesamt Indizien für das weitere Vorgehen im vorliegenden Fall“ (BECKER 2005, S. 480). Auch bei der Bearbeitung von Kfz-Diagnosefällen mit einer niedrigen Auftretenshäufigkeit kommen nicht-formalisierbare Denkmethode zum Tragen. Kennzeichnend ist hierbei, dass die Kfz-Diagnoseexperten bewusst auf ihr Erfahrungswissen („Erfahrungsschatz“) zurückgreifen und zu einem hypothetischen Fallverständnis gelangen. Dieses wird durch einen schöpferischen Prozess hervorgebracht, bei dem die gesammelten bereichsspezifischen Erfahrungen und das individuell verfügbare Fachwissen als handlungsleitende Folie kreativ angewendet werden, um zu einem Verständnis der aktuellen Gegebenheiten zu gelangen und damit den Suchraum einzuengen.

Im Modus des objektivierenden Arbeitshandelns erfolgt die verstandesmäßige Durchdringung von Kfz-Diagnosefällen durch analytisch-logisches Denken. Das bedeutet, dass ein Kfz-Diagnosefall systematisch untersucht wird und die aufgenommenen Informationen durch die Anwendung wissenschaftlich fundierten Fachwissens zueinander in Beziehung gesetzt werden, um zu hypothetischen und überprüfbareren Aussagen über den Fahrzeug-Istzustand zu gelangen und die Störungsursache(n) identifizieren zu können. Diese Denkprozesse der Kfz-Diagnoseexperten, die analytisch, objektiv nachvollziehbar und unter hoher Bewusstseinskontrolle verlaufen, erfolgen zur Konstruktion eines mentalen Kausalmodells, um die kausalen Zusammenhänge zwischen Symptomen und Störungsursachen verstehen und erklären zu können.

### **Beziehungen zu Arbeitsgegenständen und Arbeitsmitteln**

Eine erfahrungsgeleitet-subjektivierende Arbeitsweise wird schließlich auch an der Beziehung der Kfz-Diagnoseexperten zu bereichsspezifischen Gegenständen deutlich. Im Vordergrund steht eine durch subjektive Nähe geprägte Beziehung zu den Arbeitsgegenständen und Arbeitsmitteln. Ein Beispiel hierfür ist die Fähigkeit zur mentalen Simulation datenverarbeitender Systeme im Fahrzeug. Dabei werden Komponenten wie Sensoren und Steuergeräte nicht als technische Bauteile betrachtet, sondern

eher als Subjekte, die verbal miteinander kommunizieren, verstehen und sich verhalten können.

Zudem sprechen die befragten Experten vom Diagnosetester als sei es eine Person, die mit ihnen kommuniziert und bei der Störungsdiagnose mit ihnen zusammenarbeitet („Der [Tester, d. Verf.] sagt mir zum Beispiel: „Mess‘ mal hier am Pin 2 und dort am Pin 81“, EXPERTE E). Dabei wird der GFS bzw. dem Diagnosetester zwar nicht gerade ein „eigener Wille“ zuerkannt, aber die automatisierte Diagnose in der Art eines z. T. nicht nachvollziehbaren „Verhaltens“ des Diagnosetesters beschrieben. Auch wird dem Diagnosetester, dem „Halunke[n]“ (EXPERTE B), in gewisser Weise eine „böse Absicht“ unterstellt, die sich in fehlerhaften Prüfplänen der GFS äußert. Diese Defizite werden jedoch nicht dem technischen Gerät angelastet, sondern dem „der dahinter sitzt und das irgendwann mal programmiert hat“ (EBD.). Diese Störungen im Diagnoseprozess sind für die Experten ärgerlich, aber durch die Schuldzuweisung an die Programmierer des Fahrzeugdiagnosesystems erhöht sich das Verständnis für die Notwendigkeit, bei der Anwendung der GFS mitzudenken. Entsprechend verlassen sich die Experten nicht auf die automatisch generierten Prüfpläne, sondern behalten die Kontrolle über das Vorgehen zur Identifikation der Störungsursache.

Die Beziehung der Kfz-Diagnoseexperten zu den zu diagnostizierenden Fahrzeugen sowie zu den Arbeits- und Informationsmitteln ist im Modus des objektivierenden Handelns sachlich-distanziert. Das Fahrzeug wird als technisches System betrachtet, das aus Teilsystemen und einzelnen Systemelementen besteht, die jeweils eine Funktion im Gesamtsystem erfüllen. Die Wechselwirkungen zwischen den Komponenten geschehen durch Stoff-, Energie- und Informationsflüsse. Die Prozesse innerhalb des Systems „Fahrzeug“ lassen sich durch naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten erklären und sind insofern berechenbar und vorhersehbar. Insofern besteht eine affektiv neutrale Beziehung zu den zu diagnostizierenden Fahrzeugen. Exemplarisch steht hierfür die Aussage: „Das ist mir egal, welche Marke das ist. Ein Motor funktioniert ja immer gleich. Man muss sich nur zurechtfinden, weil dann mal das Bauteil dort sitzt und das andere wieder woanders“ (EXPERTE D). Der Diagnosetester wird im Modus des objektivierenden Arbeitshandelns wie jedes andere Prüf- und Messgerät betrachtet und zum Zweck eingesetzt, die Stoff-, Energie- und Informationsflüsse innerhalb des technischen Systems „Fahrzeug“ tech-

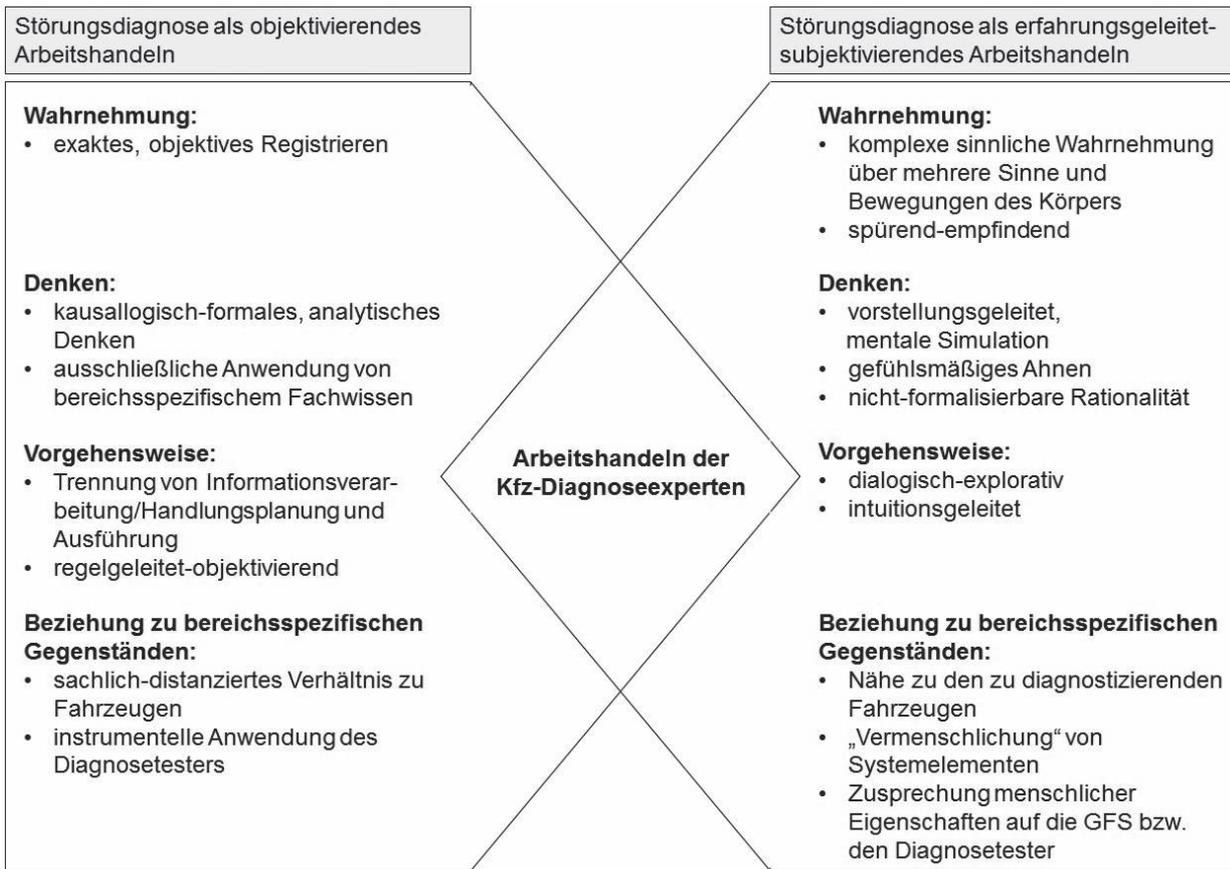


Abb. 1: Störungsdiagnose an modernen Fahrzeugen als objektivierendes und erfahrungsgeleitet-subjektivierendes Handeln

nisch vermittelt in Form von Messwerten oder grafischen Darstellungen „sichtbar“ zu machen.

### KONSEQUENZEN FÜR DIE GESTALTUNG VON LEHR-LERN-ARRANGEMENTS

Insbesondere die internen Bedingungen zum erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Arbeitshandeln in der Kfz-Diagnose werden bisher ungeplant und unsystematisch durch die Bearbeitung einer Vielzahl von Kfz-Diagnosefällen erworben. Folglich rückt die Frage in den Vordergrund, auf welche Weise diese Leistungsressourcen in der beruflichen Ausbildung systematisch gefördert werden können. Generell erscheint es notwendig, dass die Lernenden bereits zu Beginn ihrer Ausbildung mit realen bzw. realitätsnahen Anforderungssituationen konfrontiert werden und soweit es unter Berücksichtigung ihres aktuellen Entwicklungsstandes möglich ist in selbstgesteuerten Lernprozessen lernen können (vgl. BAUER et al. 2002, S. 127). Zudem sind auch die Besonderheiten des objektivierenden Arbeitshandelns der Kfz-Diagnoseexperten bei der Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements zu berücksichtigen.

Die Aneignung und Entwicklung von Leistungsressourcen zum objektivierenden Arbeitshandeln in der Kfz-Diagnose kann nicht ausschließlich durch den Erwerb von Fachwissen gelingen, auch wenn dieses Wissen für das kausallogisch-formale und analytische Denken zur Entwicklung von Hypothesen im diagnostischen Prozess und zur Erklärung der fall-spezifischen Phänomene entscheidend ist. Ebenso sind Arbeits- und Informationsmittel in Lehr- und Lernprozesse einzubinden, wenn deren Nutzung ein objektivierendes Handeln erfordert. Im Folgenden werden entsprechende Übungselemente angeführt:

- Möglichkeiten der Unterstützung bei der Störungsdiagnose durch technische Dokumente (wie bspw. Technische Produktinformationen, TPI ) und der GFS beschreiben.
- Diagnostisch relevante Informationen aus TPIs oder vergleichbaren Dokumentationen von Kfz-Diagnosefällen herausarbeiten.
- Kfz-Diagnosefälle durch die Anwendung der GFS und von TPIs bearbeiten.

- Fehlerspeichereinträge sowie Daten aus Messwertblöcken exakt erfassen und diese durch die Anwendung von Fachwissen interpretieren.
- Vorgehensweisen von Kfz-Diagnoseexperten (Modus des objektivierenden Arbeitshandelns) nachvollziehen und erproben.
- Kausale Verknüpfungen fallspezifischer Gegebenheiten auf der Grundlage von Fachwissen erschließen.

Für die Herausbildung der Fähigkeiten, Erfahrungswissen zu erwerben, anzuwenden und weiterentwickeln zu können, ist es wesentlich, Störungsdiagnosen an fahrzeugtechnischen Objekten und Systemen (wie bspw. Schulungsfahrzeugen oder Funktionsmotoren) durchzuführen. Dennoch ist es nicht ausreichend, den Lernenden diesen direkten Kontakt zu ermöglichen. Vielmehr muss „ein ganz individueller Erfahrungsweg eröffnet werden, bei dem sich Subjektivität als persönlich zur Verfügung stehende Kraft erweist, die in realen Arbeitssituationen gebraucht und nur durch das Subjekt eingebracht wird“ (ebd., S. 148). Um die Lernenden für den Modus des erfahrungsgelitet-subjektivierenden Handelns in der Kfz-Diagnose zu sensibilisieren und ihnen die Aneignung und Entwicklung der entsprechenden Fähigkeiten zu ermöglichen, sind die folgenden Übungselemente relevant:

- Die Bedeutung von sinnlichen Wahrnehmungen und Empfindungen für das Auffinden von Störungsursachen erkennen.
- Die Orientierung an diffusen Informationsquellen bei der Bearbeitung realer bzw. realitätsnaher Kfz-Diagnosefälle ermöglichen.
- Vorgehensweisen von Kfz-Diagnoseexperten (Modus des erfahrungsgelitet-subjektivierenden Arbeitshandelns) nachvollziehen und erproben.
- Funktionsweisen technischer Fahrzeugsysteme mental simulieren, um Systemzustände nachzuvollziehen.
- Eingrenzung und Identifikation von Störungsursachen durch das Einbeziehen von Erfahrungswissen („Erfahrungsschatz“) der Lernenden.

Zur Förderung der internen Bedingungen zum objektivierenden und erfahrungsgelitet-subjektivierenden Arbeitshandeln in der Kfz-Diagnose bieten sich Ausbildungs- und Unterrichtsmethoden an, die den Lernenden die Chance eröffnen, sich mit grundlegenden Aspekten der Störungsdiagnose an Fahrzeugen vertraut zu machen, sich mit dem Handeln der Kfz-

Diagnoseexperten auseinanderzusetzen und reale bzw. realitätsnahe Kfz-Diagnosefälle zu bearbeiten. Ein Beitrag zur Gestaltung entsprechender Lehr-Lern-Arrangements kann über die Ausbildungs- und Unterrichtsmethoden „Diagnoseanalyse“ (vgl. PAHL 2019, S. 106 ff.) und „Diagnoseaufgabe“ (vgl. ebd., S. 112 ff.) eingebracht werden. Eine Unterrichtsreihe zur Förderung von Fähigkeiten des objektivierenden Arbeitshandelns zeigt exemplarisch den Beitrag von GOTTSCHALK und RICHTER in diesem Heft.

## FAZIT UND AUSBLICK

Das Arbeitshandeln der Kfz-Diagnoseexperten lässt sich nicht ausschließlich auf Fachwissen zurückführen. Das professionelle Handeln der Experten erklärt sich vielmehr dadurch, dass sie neben einem umfangreichen wissenschaftlich fundierten Wissen auch über bereichsspezifisches Erfahrungswissen sowohl im Sinne von „Erfahrungsschatz“ als auch von implizitem „subjektivierten“ Erfahrungswissen verfügen. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse ist festzuhalten: Es sind insbesondere die Fähigkeiten zum erfahrungsgelitet-subjektivierenden Arbeitshandeln, durch die sich der „Mensch“, trotz des in der Vergangenheit zugenommenen Ausmaßes an technischer Komplexität der zu diagnostizierenden Fahrzeuge, als unverzichtbarer und unersetzbarer Faktor für einen reibungslosen Ablauf von Instandsetzungsprozessen in Kfz-Werkstätten erweist.

An die Lehrkräfte in den Berufsschulen und das Ausbildungspersonal in den Kfz-Betrieben wird die Herausforderung gestellt, Lehr-Lern-Arrangements zu entwickeln, die sowohl auf die Förderung der internen Bedingungen zum objektivierenden als auch zum erfahrungsgelitet-subjektivierenden Arbeitshandeln in der Kfz-Diagnose zielen.

## LITERATUR

- BAUER, H. G.; BÖHLE, F.; MUNZ, C.; PFEIFFER, S.; WOICKE, P. (2002): Hightech-Gespür: erfahrungsgelitetes Arbeiten und Lernen in hoch technisierten Arbeitsbereichen. Ergebnisse eines Modellversuchs beruflicher Bildung in der chemischen Industrie. Bielefeld: Bertelsmann.
- BECKER, M. (2003): Diagnosearbeit im Kfz-Handwerk als Mensch-Maschine-Problem. Konsequenzen des Einsatzes rechnergestützter Diagnosesysteme für die Facharbeit. Bielefeld: Bertelsmann.
- BECKER, M. (2005): „Intelligente“ Diagnosesysteme im Serviceeinsatz – Gestaltungskriterien und Grenzen automatisierter Diagnosemechanismen. In: VKA, ika

- (Hrsg.): 14. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentchnik. Aachen: FKA, S. 469-484.
- BECKER, M. (2009): Diagnose als Aufgabe in gewerblich-technischen Berufsfeldern. In: *lernen & lehren*, 24 (95), S. 101-107.
- BÖHLE, F. (2005): Erfahrungswissen hilft bei der Bewältigung des Unplanbaren. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)*, 34 (5), S. 9-13.
- BÖHLE, F. (2010): Arbeit als Handeln. In: BÖHLE, F.; VOSS, G. G.; WACHTLER, G. (Hrsg.): *Handbuch Arbeitssoziologie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 151-176.
- BÖHLE, F. (2018): Digitalisierung braucht Erfahrungswissen. Text abrufbar unter: <http://denk-doch-mal.de/wp/fritz-boehle-digitalisierung-erfordert-erfahrungswissen/> (Zugriff am 04.07.2018).
- BÖHLE, F.; ROSE, H. (1992): *Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen*. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- DE KLEER, J.; BROWN, J. (1983): Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Eds.): *Mental Models*. New York: Psychology Press, S. 155-190.
- HIRSCHBERG, C. (2015): Variantenvielfalt. Oder was Automobile und Gurken gemeinsam haben. Text abrufbar unter: <http://ipl-mag.de/ipl-magazin-rubriken/scm-daten/390-variantenvielfalt> (Zugriff am 16.11.2016).
- HOGREBE, W. (1996): *Ahnung und Erkenntnis. Brouillon zu einer Theorie des natürlichen Erkennens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- KARGES, T. (2017): *Wissensmanagement und Kommunikationsprozesse im Kfz-Service. Bedeutung und Perspektiven für die Facharbeit in Kfz-Werkstätten*. Bielefeld: wbv.
- MÜLLER, T.; KRIEGER, O.; LANGE, K.; BREUER, A.; FORM, T. (2008): Neurale Netzungen für die Fehlerdiagnose in komplexen Fahrzeugsystemen. In: BÄKER, B.; UNGER, A. (Hrsg.): *Diagnose in mechatronischen Fahrzeugsystemen. Neue Verfahren für Test, Prüfung und Diagnose von E/E-Systemen im Kfz*. Renningen: expert, S. 168-179.
- NEUWEG, G. H. (2004): *Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis*. 3. Auflage. Münster: Waxmann.
- PAHL, J.-P. (2019): *Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Ein Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb*. 6. Auflage. Bielefeld: wbv.
- POLANYI, M. (1985): *Implizites Wissen*. Berlin: Suhrkamp.
- SCHREIER, N. (2001): *Computergestützte Expertensysteme im Kfz-Service: Eine empirische Untersuchung von Entwicklung, Implementierung und Einsatz rechnergestützter Diagnosesysteme*. Bielefeld: Bertelsmann.
- SEVSAY-TEGETHOFF, N. (2007): *Bildung und anderes Wissen. Zur „neuen“ Thematisierung von Erfahrungswissen in der beruflichen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

## Liebe Leserinnen und Leser,

die Zeitschrift „lernen & lehren“ möchte sehr gern vor allem den Fachleuten an den Lernorten die Möglichkeit einräumen, die vielfältigen Erfahrungen gut funktionierender Ausbildungs- und Unterrichtspraxis in Beiträgen der Zeitschrift zu veröffentlichen. Daher möchten wir Sie ermuntern, sich mit der Schriftleitung in Verbindung zu setzen. Wir streben wie bisher an, pro Heft zwei vom Themenschwerpunkt unabhängige Beiträge zu veröffentlichen.

Wenn Sie Interesse haben, an einem Themenschwerpunkt mitzuwirken, setzen Sie sich bitte rechtzeitig mit uns in Verbindung, da die Herstellung der Zeitschrift einen langen zeitlichen Vorlauf benötigt.

Ab dem vierten Quartal 2019 sind derzeit folgende Themenschwerpunkte geplant:

- Energiespeicher,
- Geflüchtete in der beruflichen Bildung,
- Automatisierungstechnik

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

*Herausgeber und Schriftleitung*

# Designorientierte Unterrichtsorganisation zur Förderung der beruflichen Handlungskompetenz

## Am Beispiel „Störungsdiagnose an einer heizbaren Heckscheibe“

Dieser Beitrag skizziert die unterrichtspraktische Umsetzung einer Lernsituation zum Thema Diagnoseprozesse am System „Heizbare Heckscheibe“ in einem Designprojekt. Die Lernsituation wurde im Rahmen der dualen beruflichen Erstausbildung im gewerblichen Kraftfahrzeughandwerk durchgeführt. Das Ziel des Beitrags besteht darin, die unterrichtspraktischen Vorzüge einer designorientierten Veranstaltungsorganisation herauszustellen. Die Materialien zur Umsetzung der Lernsituation finden sich entweder direkt in diesem Beitrag oder sie können unter [www.designorientierung.de](http://www.designorientierung.de) gefunden werden.



MARKUS SCHÄFER

### AUSGANGSLAGE

„Experten fordern Einbindung von YouTube im Unterricht“ titelt die Westdeutsche Allgemeine Zeitung in einem Beitrag vom 4. Juni 2019 (SCHUMACHER 2019) und verweist auf eine vom IFAK Institut Taunusstein im Auftrag des Rates für kulturelle Bildung durchgeführte Studie zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten (vgl. IFAK 2019). In der aktuellen JIM-Studie 2018 geben bereits 19 % der befragten 12-19-jährigen Mädchen und 22 % der Jungen an, dass sie täglich YouTube-Videos für die Schule schauen (vgl. mpfs 2018). Nachdem das Medium Film sich als Lernmedium ab den späten 70er Jahren nie wirklich durchsetzen konnte, scheint in der digitalen Welt eine neue Epoche anzubrechen: Das Medium Film, genauer das Medium Kurz-Film, erlebt im Zeitalter der Digitalisierung und Informatisierung als Lernmedium in seinen vielfältigen Formaten (2D, 3D, AR, VR etc.) eine Renaissance. Neue Konzepte sind naturgemäß nicht voraussetzungslos zu haben. Essenziell ist u. a., dass tradierte Erkenntnisse der Berufs- und Wirtschaftspädagogik und der jeweiligen Fachdidaktik strukturgebend sind. Designorientierte Unterrichtsorganisation will genau hier einen Beitrag leisten.

Dieser Praxisbeitrag zeigt, wie digitale Medien und Technologien der Projektpädagogik einen neuen Impuls geben (vgl. ADOLPH 1992, S. 168; AEBLI 2006; GUDJONS 2008; DEWEY/OELKERS 2010; FREY 1996; NOLTING/PAULUS 1999, S. 113). Der Beitrag skizziert die Transformation eines konventionellen Unter-

richtsprojekts in ein mediendidaktisch angereichertes Designprojekt.

### DIDAKTISCHE GRUNDLEGUNG – DIGITALE LERNPROJEKTE ORGANISIEREN

Die *Produktorientierung* erhält als Merkmal von Unterrichtsprojekten in digitalen Lernprojekten, respektive in Designprojekten, eine besondere Bedeutung. Diese Bedeutung speist sich aus dem veränderten Charakter der Handlungsprodukte, die in den Designprojekten entstehen. Während konventionelle Lernprojekte reale Produkte (Gegenstände, Plakate, Arbeitsblätter etc.) hervorbringen, die in der Regel eine begrenzte Haltbarkeit besitzen, nur bedingt verändert bzw. angepasst werden können und eher selten dazu geeignet sind, eine Nachnutzung zu erfahren, geht es in Designprojekten um die Entwicklung von digitalen Handlungsprodukten. Digitale Handlungsprodukte bieten den Mehrwert, dass sie theoretisch unendlich lange haltbar sind und beliebig angepasst, erweitert, geteilt, verändert, integriert und aggregiert werden können.

Designprojekte erzeugen praktisch immer drei virtuelle Design- bzw. Handlungsprodukte: (1) Ein Manuskript zur Problemlösung bzw. zur Aufgabenstellung, (2) eine Audio-Datei zum Manuskript und (3) einen digitalen Kurzfilm in einem spezifischen Format. Das finale dritte Handlungsprodukt, der Film, befördert und bedient den angesprochenen Megatrend zur rezeptiven Filmbildung. Der Trend dazu, sich über das Medium Film zu informieren, wird als informelle

Privatisierung von Aus- und Weiterbildung sichtbar. (Berufliches) Lernen trennt sich dabei besonders im Quartärbereich sukzessive von formalen Aus- und Weiterbildungskontexten. Gelernt wird immer dann just in time – am Arbeitsplatz, im Fitness-Studio, in öffentlichen Verkehrsmitteln etc. – wenn das Informationsbedürfnis vorhanden ist. Die öffentlichen YouTube-Statistiken verraten, dass täglich über eine Milliarde Stunden Wiedergabezeit registriert werden (vgl. GOOGLE 2019). Dabei teilen die User laut DUCARD (vgl. 2017) täglich auch über eine Million Lehrvideos.

Designprojekte kanalisieren und befördern diese digitalen Transformationsprozesse, indem qualitätsgeprüfte Wissensressourcen entstehen, die frei genutzt werden können, um sich zu informieren und zu lernen. Die didaktische Institutionalisierung der produktiven Transformationsprozesse (reales Produkt vs. digitales Produkt), die dazu implementiert werden müssen, sind in Abbildung 1 in fünf Phasen dargestellt.

In der ersten Phase Themenfindung beschäftigen sich die Lernenden in einem konventionellen didaktischen Setting mit einer speziellen Ausgangssituation. Hierbei wird auf bewährte methodische Elemente (Arbeitsblätter, Experimente etc.) zurückgegriffen.

Die Dokumentation der inhaltlichen Auseinandersetzung erfolgt in Designprojekten anschließend immer schriftlich (Phase 2: Manuskript). Das bedeutet konkret, dass die Arbeitsergebnisse in einem Designprojekt über ein digitales Manuskript dokumentiert werden. Das Manuskript stellt entsprechend das erste Handlungsprodukt dar. Je nachdem, wie das Setting gewählt ist, erfährt das Manuskript in verschiedenen Schleifen eine Relegation. In einem fächerübergreifenden Setting werden Rechtschreibung, Ausdruck und Grammatik im Deutschunterricht korrigiert. Sachinhalte wiederum werden im Fachunterricht diskutiert. Die Diskussionen können über eine Präsentationsphase angeregt werden. Häufig erfolgt die

Arbeit am Manuskript auch kollaborativ. Zum Einsatz kommen dann z. B. Google Docs oder HackMD. Das Manuskript kann einer Beurteilung durch die entsprechenden Kolleginnen und Kollegen unterzogen werden. Fächerübergreifend kann auch der Fremdsprachenunterricht integriert werden. Sehr gute Erfahrungen konnten gemacht werden, wenn die Fachtexte im Englischunterricht übersetzt, anschließend deklamiert und abschließend ebenfalls zu einem Film verarbeitet werden. Das Experimentierfeld zum hier explizierten designorientierten didaktischen Konzept, der YouTube-Kanal [www.kfz4me.de](http://www.kfz4me.de), zeigt zahlreiche Beiträge in englischer Sprache (vgl. z. B. <https://youtu.be/T56VJFCkKA>).

Der Prozess kann in hohem Masse differenziert und sprachsensibel gestaltet und umgesetzt werden. Im vorliegenden Designprojekt wird die Phase im Anforderungsniveau dadurch skaliert, dass ein Lückentext mit Differenzierungs- respektive Ergänzungsaufgaben kombiniert wird. In der praktischen Umsetzung können die Lernenden, die den Lückentext ergänzt haben, in die Arbeit an den Freitexten zu den Differenzierungs- respektive Ergänzungsaufgaben einsteigen.

Der fertige Text, das Manuskript, wird anschließend in der Phase Deklamation in ein Audio überführt. Der Begriff Deklamation beschreibt das mehr oder weniger professionelle bzw. kunstvolle Lesen der Texte in einem „Studio“. Die Deklamation kann bzw. sollte mit einem deutlichen zeitlichen Verzug erfolgen, weil die Deklamation für die jeweiligen Kandidatinnen und Kandidaten eine erneute Auseinandersetzung mit dem Inhalt darstellt.

Das Audio wird in der vierten Phase Gestaltung bzw. Videoschnitt abschließend mit visuellen Medien angereichert und in einen MP4-Film überführt. Diese Phase kann/sollte gemeinsam mit den Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden. Der Filmschnitt kann aber auch vom Lehrpersonal übernommen werden. Dies geschieht etwa dann, wenn keine zeitlichen Ressourcen zur Verfügung stehen. Die Medien (Bilder, Abbildungen, Fotos, Stummfilme etc.) für diese Phase sind z. B. in den ersten Phasen entstanden. In den hier ausdifferenzierten Lernsituationen entstehen die Medien in einer vorschalteten Lernsituation. In dieser Lernsituation erhalten

weiter auf Seite 155

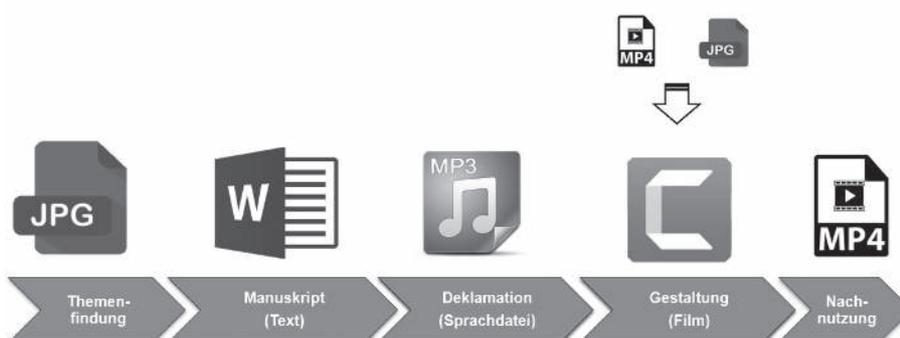


Abb. 1: Phasen in einem Designprojekt

## Aus- und Fortbildungsangebote zeitnah modernisieren – Berufsbildung 4.0 - BIBB veröffentlicht erste Teilstudien

Die Digitalisierung der Arbeitswelt wird Aufgaben, Anforderungen sowie Qualifikations- und Fachkräftebedarfe teilweise erheblich verändern. Diese Veränderungen kommen allerdings an den Arbeitsplätzen und in den Betrieben in unterschiedlichem Ausmaß und nicht gleichzeitig an. Die Profilveränderungen in den Erwerbsberufen werden zum Teil sehr deutlich ausfallen, und Beschäftigte müssen künftig verstärkt über Kernkompetenzen wie Lernkompetenz, Medien- und IT-Kompetenz, Kommunikationskompetenz, Prozess- und Systemverständnis sowie ein hohes Maß an Flexibilität und Spontaneität verfügen. Dies sind Ergebnisse eines sogenannten „Berufscreenings“ von insgesamt zwölf Berufsbereichen, das Bestandteil der gemeinsamen Initiative des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) mit dem Titel „Berufsbildung 4.0: Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“ gewesen ist. Ziel der systematischen Untersuchungen war es, exemplarisch festzustellen, wie die Digitalisierung die jeweiligen Berufe verändert, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten künftig notwendig sind, um die berufliche Handlungsfähigkeit zu erlangen, und wie eine erfolgreiche Ausbildung von morgen gestaltet werden kann. Informationen zu den Aktivitäten des BIBB im Rahmen einer Berufsbildung 4.0 finden Sie unter [www.berufsbildungvierpunktnull.de](http://www.berufsbildungvierpunktnull.de) (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 23/2019)

### Novelle des Berufsbildungsgesetzes

Die Novellierung des Berufsbildungsgesetzes sieht einige Anpassungen vor, der entsprechende Gesetzesentwurf wurde durch den Bundestag beschlossen. Im Folgenden zwei ausgewählte Änderungen im Überblick.

#### Meister erhalten Zusatz „Bachelor Professional“

Eine dieser Anpassungen sieht vor, international verständliche Zusatzbezeichnungen

## INTRO

Heute möchte bzw. muss ich mal etwas „in eigener Sache“, wie es immer so schön(?) heißt, loswerden. Die „BAG AKTUELL“, also die vier Innenseiten von „LERNEN&LEHREN“, sind seit 2012 Bestandteil der BAG-Zeitschrift. Ob es ein wichtiger ist, muss jeder Leser bzw. jede Leserin für sich persönlich entscheiden. Als Mitverantwortlicher für die inhaltliche Ausgestaltung der BAG AKTUELL fällt es mir aber manchmal nicht so leicht, immer adäquate, aktuelle Themen aus dem berufsbildenden gewerblich-technischen Bereich für die geneigte Leserschaft aufzubereiten. Und zeitgerecht muss es ja auch noch sein, sondern bekomme ich Ärger mit Brigitte Schweckendieck, die ja nicht nur die Geschäftsstelle der BAG unter sich hat, sondern auch noch mein Geschreibsel in regelmäßigen Abständen verbessern und setzen muss.

So ich denn einen Wunsch fürs neue Jahr freihätte, würde ich mir als Mitgestalter Unterstützung von dem einen oder anderen Leser bzw. der einen oder anderen Leserin wünschen. Das können Hinweise auf relevante Veranstaltungen, Kurzbeiträge aus eigener Feder oder Ähnliches sein. Gerne können mir diese Inhalte per E-Mail zugesandt werden. So, nun bin ich mal auf die Reaktionen gespannt :-)

Und, da mir nun die Puste Tinte ausgegangen ist, greife ich einfach in das Archiv der BAG AKTUELL, weil es eben auch aktuell wieder passend ist. Denn mit Blick aus dem Fenster in den trüben, grauen und nasskalten Bremer Novemberhimmel wird klar: Das Jahr ist schon fast wieder vorbei. Wir alle hoffen, dass Ihnen die BAG AKTUELL mit ihren ausgewählten Kurzbeiträgen und Notizen zur Berufsbildung im zweiten verflixten siebten Jahr ihres Erscheinens (noch) besser gefallen hat und Sie die eine oder andere Anregung aufgreifen konnten. Wir wünschen einen angenehmen Jahresausklang, ruhige Weihnachten und einen guten Start ins neue Jahr!

*Michael Sander*

gen für berufliche Abschlüsse einzuführen. Sie sollen mehr Transparenz schaffen und die internationalen Mobilitäts- und Karrierechancen steigern. Ein Meister erhält dem Entwurf zufolge künftig den Zusatz „Bachelor Professional“, ein Betriebswirt im Handwerk den Titel „Master Professional“ und Gesellen die Bezeichnung „Berufsspezialist“. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) begrüßt den aktuellen Gesetzentwurf, insbesondere die neuen Berufsbezeichnungen. „Die Zusatzbezeichnungen machen deutlich, dass die beruflichen Abschlüsse der zweiten und dritten Stufe auf einer Ebene mit den akademischen Abschlüssen ‚Bachelor‘ und ‚Master‘ stehen“, sagt ZDH-Präsident Hans Peter Wollseifer. Dies sei ein wichtiger Meilenstein für die gleichwertige Behandlung von akademischer und beruflicher Bildung und das richtige Signal an junge Menschen und deren Eltern. (Quelle: <http://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/berufsschule-nach-dem-unterricht-ist-kuenftig-feierabend/150/3091/395082>)

[ps://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/berufsschule-nach-dem-unterricht-ist-kuenftig-feierabend/150/3091/395082](http://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/berufsschule-nach-dem-unterricht-ist-kuenftig-feierabend/150/3091/395082)

### Auszubildende müssen nach der Berufsschule nicht mehr in den Betrieb

Eine weitere Änderung sieht vor, dass volljährige Auszubildende an Berufsschultagen künftig vom Betrieb freigestellt werden müssen. Dauert der Berufsschulunterricht mindestens drei Stunden und 45 Minuten, müssen Auszubildende nicht mehr in den Ausbildungsbetrieb kommen. Bisher galt diese Regelung lediglich für Minderjährige. (Quelle: <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/berufsschule-nach-dem-unterricht-ist-kuenftig-feierabend/150/3091/395082>)

## WAS UND WANN

NEXTLEARN 2020 – Digitales Lernen in der Berufsausbildung [www.nextlearn.de](http://www.nextlearn.de)  
Deutsches Ausbildungsforum, [www.deutsches-ausbildungsforum.de](http://www.deutsches-ausbildungsforum.de)  
eQualification – Lernen und Beruf digital verbinden, [www.qualifizierungdigital.de](http://www.qualifizierungdigital.de)  
All Days for Future – Fachtagungen der BAG ElektroMetall e.V. [www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)  
Didacta – Die Bildungsmesse, [www.messe-stuttgart.de/didacta](http://www.messe-stuttgart.de/didacta)

18.02.2020 in Berlin  
18./19.02.2020 in Berlin  
09./10.03.2020 in Bonn  
20./21.03.2020 in Hamburg  
24.-28.03.2020 in Stuttgart

### Digitalisierung fördert mehr Weiterbildung und eine Flexibilisierung der Arbeitswelt – Ergebnisse einer BIBB-Betriebsbefragung

Die fortschreitende Digitalisierung führt zu grundlegenden Veränderungen in der Arbeitswelt. Diese Veränderungen wirken sich auf sämtliche betriebliche Arbeits- und Geschäftsprozesse sowie auf die Arbeitsanforderungen an die Beschäftigten aus. Dabei nimmt auch die Arbeitsgestaltung neue und flexiblere Formen an. Dies sind zentrale Ergebnisse einer Betriebsbefragung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) aus dem Jahr 2018 im Rahmen des Betriebspanels zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung (BIBB-Qualifizierungspanel). Befragt wurden rund 3.500 Betriebe zum Zusammenhang zwischen betrieblicher Kompetenzförderung und Technologienutzung. Aus Sicht der Betriebe sind drei Befragungsergebnisse hervorzuheben:

- Je höher der Digitalisierungsgrad eines Betriebes, desto eher nehmen die Beschäftigten an Weiterbildungen teil. Zur Ermittlung des betrieblichen Digitalisierungsgrades wurden 13 Technologien abgefragt. Zur quantitativen Einschätzung des Digitalisierungsgrades wurde aus diesen Technologien ein linearer Index erstellt, der in eine dreistufige Skala mit niedrigem, mittlerem und hohem Digitalisierungsgrad umgewandelt wurde. Demnach liegt bei Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad die Weiterbildungsquote der Beschäftigten bei 92 %, bei Betrieben mit einem geringen Digitalisierungsgrad dagegen nur bei 58 %. Ähnliches gilt auch für betriebliche Aufstiegsfortbildungen, die den Beschäftigten eine formale Höherqualifizierung ermöglichen. 22 % der hochdigitalisierten Betriebe fördern Aufstiegsfortbildungen ihrer Beschäftigten. Damit liegen sie zehn Prozentpunkte über dem in der Befragung ermittelten Durchschnittswert. Die Weiterbildung

beziehungsweise Aufstiegsfortbildung kann für die Beschäftigten mit einem erweiterten Aufgabenbereich und einem höheren Einkommen einhergehen, so dass sie an dieser Stelle in besonderem Maße von der Digitalisierung profitieren würden.

- Ausbildungsbetriebe weisen – unabhängig von der Betriebsgröße – im Durchschnitt einen höheren Digitalisierungsindex auf als Betriebe, die nicht ausbilden. Auszubildende erwerben somit im Rahmen ihrer dualen Berufsausbildung das notwendige Know-how sowie praktische Kenntnisse im Umgang mit neuen digitalen Technologien.
- Flexible Arbeitsformen nehmen mit steigendem Digitalisierungsgrad zu. Insgesamt verfügte über die Hälfte der befragten Betriebe (55 %) über eine Gleitzeitregelung. Bei Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad waren es 62 %. Das Arbeiten im Homeoffice wird in Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad mehr als doppelt so häufig (39 %) genutzt als in Betrieben mit niedrigem Digitalisierungsgrad (18 %).

Weitere Informationen im Internetangebot des BIBB unter <https://www.bibb.de/de/43911.php#module43914> sowie in der Ausgabe der BIBB-Fachzeitschrift „Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis – BWP“, Heft 3/2019, im Beitrag „Welche Rolle spielt Bildung im digitalen Transformationsprozess?“. Dieser Beitrag kann unter [www.bibb.de/bwp-10017](http://www.bibb.de/bwp-10017) kostenlos heruntergeladen werden. (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 18/2019)

### Deutliche Unterschiede im Ansehen dualer Ausbildungsberufe in Deutschland – BIBB veröffentlicht Studie zum Image von Berufen

Das gesellschaftliche Ansehen der 25 am stärksten besetzten dualen Ausbildungsberufe in Deutschland unterscheidet sich zum Teil deutlich. Dies zeigen erste Ergebnisse einer noch laufenden Studie des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) in Zusammenarbeit mit der

Technischen Universität (TU) Braunschweig. Demnach werden einige duale Ausbildungsberufe im Ansehen ähnlich hoch eingeschätzt wie Berufe, für die in der Regel ein Hochschulstudium erforderlich ist. Ein geringes Ansehen zeigt sich dabei eher in Ausbildungsberufen, die auch hohe Anteile von unbesetzten Ausbildungsstellen aufweisen. Besonders hoch angesehen sind den Ergebnissen zufolge die Ausbildungsberufe Fachinformatiker/-in und Mechatroniker/-in, gefolgt von Industriekaufleuten, Kfz-Mechatroniker/-innen, Elektroniker/-innen, Maler/-innen und Lackierer/-innen sowie Kaufleuten im Groß- und Außenhandel. Vergleichsweise weniger hoch angesehen sind Ausbildungsberufe wie Fachkraft für Lagerlogistik, Fachverkäufer/-in im Lebensmittelhandwerk oder Koch/Köchin. Der Studie liegt eine Befragung von rund 9.000 in Deutschland lebenden Personen ab 15 Jahre zugrunde, die im Zeitraum zwischen Oktober 2017 und Mai 2018 durchgeführt wurde. Darin wurden die Befragten gebeten, für eine Zufallsauswahl unter 402 Berufen auf einer Skala von 0 (sehr gering) bis 10 (sehr hoch) anzugeben, welches Ansehen diese Berufe ihrer Meinung nach in Deutschland haben. Die Studie ist Teil des noch laufenden BIBB-Forschungsprojekts „Berufe in Deutschland: Gesellschaftliche Wahrnehmung und Persönlichkeitseigenschaften“. Erste Projektergebnisse sind veröffentlicht in der Ausgabe der BIBB-Fachzeitschrift „Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis - BWP“, Heft 4/2019. Der Beitrag „Deutliche Unterschiede im Ansehen dualer Ausbildungsberufe in Deutschland“ steht als Vorabveröffentlichung unter [www.bibb.de/bwp-10191](http://www.bibb.de/bwp-10191) zur Verfügung. (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 24/2019)

### Wohin der technologische Fortschritt führen könnte – Video-Interviews des BIBB mit renommierten Forscherinnen und Forschern

Technologischen Fortschritt gab es schon immer. Doch was verursacht ihn? Wer oder was treibt ihn an?

Und welche Wirkungen hat er? Antworten auf diese zentralen Fragen geben zwölf Video-Interviews des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), die weltweit mit renommierten Forscherinnen und Forschern entstanden sind. Die Videos bieten theoretische Sichtweisen unterschiedlicher Disziplinen und leisten einen Beitrag zur gegenwärtigen Diskussion über die Zukunft von Gesellschaft und Arbeit im digitalen Zeitalter. Das BIBB-Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Das Projekt ergänzt den derzeit in der Forschung favorisierten Erklärungsansatz, demzufolge es aufgrund eines Tätigkeitswandels in einer digitalisierten Arbeitswelt zu einer Beschäftigungs- und Lohnpolarisierung kommen kann. Bei der Beschäftigungspolarisierung sinkt, so die Annahme, der Anteil der Beschäftigten im mittleren Lohnsegment relativ zu den Beschäftigtenanteilen am unteren und oberen Ende des Segments. Bei der Lohnpolarisierung indes wachsen die Löhne im mittleren langsamer als im unteren und oberen Segment. Nach Ansicht des BIBB greift dieser Ansatz aber zu kurz: Denn er reduziere die Betrachtung auf die tätigkeitsbezogene Ersetzbarkeit, beachte zumeist nur die aktuelle wirtschaftliche Situation - und blende alle anderen Wirkungen aus.

Diesem Defizit wollen sich die jeweils etwa 25 Minuten langen Filme annehmen. „Die Interviews setzen wichtige Meilensteine, um aufzuzeigen, welches Terrain es künftig noch zu erforschen gilt,“ sagt Prof. Dr. Hubert Ertl, Forschungsdirektor des BIBB. „Wir erfahren von den Interviewpartnern nicht nur, welche Folgen neue Technologien für Politik und Ökonomie bereits haben und noch haben können: Wir erkennen aus unterschiedlichen Perspektiven auch, inwiefern das menschliche Zusammenleben betroffen ist. Die Interviews geben also Anreize, darüber nachzudenken, was zwar nicht mehr aufzuhalten, aber noch gestaltbar ist.“

In den Videos, die 2018 und 2019 in Frankreich, in Großbritannien, in Österreich, in den USA und in Deutschland aufgenommen wurden, kommen vor dem Hintergrund ihrer wissenschaftlichen Expertisen zu Wort:

- David Bates/Berkeley (künstliche Intelligenz und Automatisierung aus kulturtheoretischer Sicht)
- Yochai Benkler/Harvard (soziale Produktionen in Netzwerken und dezentrale Zusammenarbeit zur Innovation und Produktion von Information aus juristischer Sicht)
- Martina Heßler/Hamburg (Technikgeschichte)
- Hartmut Hirsch-Kreinsen/Dortmund (Digitalisierung industrieller Arbeit)

ler Arbeit)

- Heinz D. Kurz/Graz (Geschichte des ökonomischen Denkens und ökonomische Theorie)
- Bruno Latour/Paris (Akteur-Netzwerk-Theorie)
- Frédéric Lebaron/Paris (Bourdieu und Datenanalyse, Bourdieusche Theorie)
- Richard Münch/Bamberg (globale Arbeitsteilung, Bildung und akademischer Kapitalismus)
- Sabine Pfeiffer/Nürnberg (Mensch und Technik, Digitalisierung und Arbeitsvermögen)
- Joachim Renn/Münster (Übersetzungen in systemtheoretischer Sicht)
- Uwe Schimank/Bremen (soziologische Theorie der modernen Gesellschaft)
- Trebor Scholz/New York (Plattformen und Kooperativen).

Weitere Informationen:

- Video-Interviews <https://www.bibb.de/de/94825.php>
- BIBB-Forschungsprojekt „Technologischer Fortschritt und Arbeitswelten“ <https://www.bibb.de/de/76955.php>

## WIR SUCHEN...

- Mitglieder und/oder Schulen, die sich vorstellen möchten
- Informationen aus den Arbeitskreisen
- Informationen aus den Regionen
- Informationen aus der Forschung
- Hinweise und Informationen aus Ihrer fachrichtungsspezifischen Bildungspraxis
- Informationen zu Fachtagungen

Schicken Sie Ihre Beiträge bitte an die Geschäftsstelle ([kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)) oder direkt an Michael Sander ([michael.sander@uni-bremen.de](mailto:michael.sander@uni-bremen.de)).

## BAG IN KÜRZE

Plattform zu sein für den Dialog zwischen allen, die in Betrieb, berufsbildender Schule und Hochschule an der Berufsbildung beteiligt sind – diese Aufgabe haben sich die Bundesarbeitsgemeinschaften gestellt. Ziel ist es, die berufliche Bildung in den jeweiligen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik auf allen Ebenen weiterzuentwickeln.

Die Zeitschrift „lernen & lehren“ – als wichtigstes Organ der BAG – ermöglicht den Diskurs in einer breiten Fachöffentlichkeit und stellt für die Mitglieder der BAG regelmäßig wichtige Informationen bereit, die sich auf aktuelle Entwicklungen in den Fachrichtungen beziehen. Sie bietet auch Materialien für Unterricht und Ausbildung und berücksichtigt abwechselnd Schwerpunktthemen aus der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik. Berufsübergreifende Schwerpunkte finden sich immer dann, wenn es wichtige didaktische Entwicklungen in der Berufsbildung gibt, von denen spürbare Auswirkungen auf die betriebliche und schulische Umsetzung zu erwarten sind.

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektro-, informations- sowie metall- und fahrzeugtechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

Die Bundesarbeitsgemeinschaften möchten all diejenigen ansprechen, die in der Berufsbildung in einer der Fachrichtungen

Elektro-, Informations-, Metall- oder Fahrzeugtechnik tätig sind, wie z. B. Ausbilder/-innen, (Hochschul-)Lehrer/-innen, Referendare und Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen sowie Vertreter/-innen von öffentlichen und privaten Institutionen der Berufsbildung. Sie sind herzlich eingeladen, Mitglied zu werden und die Zukunft mitzugestalten.

## BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Lars Windelband	<a href="mailto:lars.windelband@ph-gmuend.de">lars.windelband@ph-gmuend.de</a>
Bayern	Peter Hoffmann	<a href="mailto:p.hoffmann@alp.dillingen.de">p.hoffmann@alp.dillingen.de</a>
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	<a href="mailto:bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de">bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de</a>
Bremen	Olaf Herms	<a href="mailto:oharms@uni-bremen.de">oharms@uni-bremen.de</a>
Hamburg	Wilko Reichwein	<a href="mailto:reichwein@gmx.net">reichwein@gmx.net</a>
Hessen	Uli Neustock	<a href="mailto:u.neustock@web.de">u.neustock@web.de</a>
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	<a href="mailto:ch.richter.hro@gmx.de">ch.richter.hro@gmx.de</a>
Niedersachsen	Matthias Becker	<a href="mailto:becker@ibm.uni-hannover.de">becker@ibm.uni-hannover.de</a>
Nordrhein-Westfalen	Jürgen Lehberger	<a href="mailto:juergen.lehberger@t-online.de">juergen.lehberger@t-online.de</a>
Rheinland-Pfalz	Helmut Nicolay	<a href="mailto:nikolay@bnt-trier.de">nikolay@bnt-trier.de</a>
Saarland	Markus Becker	<a href="mailto:m.becker@hwk-saarland.de">m.becker@hwk-saarland.de</a>
Sachsen	Martin Hartmann	<a href="mailto:martin.hartmann@tu-dresden.de">martin.hartmann@tu-dresden.de</a>
Sachsen-Anhalt	Klaus Jenewein	<a href="mailto:jenewein@ovgu.de">jenewein@ovgu.de</a>
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	<a href="mailto:reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de">reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de</a>
Thüringen	Matthias Grywatsch	<a href="mailto:m.grywatsch@t-online.de">m.grywatsch@t-online.de</a>

### Hinweis für Selbstzahler:

Bitte nur auf das folgende Konto überweisen!  
IBAN:  
DE30 290 501 01 0080 9487 14  
SWIFT-/BIC-Code:  
SBREDE22XXX

## BAG-MITGLIED WERDEN

[www.bag-elektrometall.de/pages/BAG\\_Beitritt.html](http://www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html)

[www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Tel.: 04 21/2 18-66 301  
Fax: 04 21/2 18-98 66 301

Konto-Nr. 809 487 14  
Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01)

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14  
SWIFT-/BIC-Code: SBREDE22XXX

## IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen  
Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.  
c/o ITB – Institut Technik und Bildung  
Am Fallturm 1  
28359 Bremen  
04 21/2 18-66 301  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Redaktion Michael Sander  
Layout Brigitte Schweckendieck  
Gestaltung Winnie Mahrin

die Lernenden die Aufgabe, den Schaltplan im Werkstattinformationssystem zu finden und zu zeichnen. Der fertige Film kann später (Phase 5) als Open Educational Ressource (OER) auf YouTube oder in anderen Content-Management-Systemen (Moodle etc.) zur Verfügung gestellt werden. Die Erklärvideos können hier z. B. für Nachnutzungsszenarien im Modus des Flipped Classroom genutzt werden. Die Filme tragen damit zu einer Entgrenzung der Lernortfrage bei und befördern die angesprochenen Möglichkeiten, sich informell weiterzubilden.

### **CURRICULARE EINBINDUNG DER LERNSITUATION**

Dieser Beitrag fokussiert sich thematisch auf eine problemorientierte Lernsituation zum Thema *Heizbare Heckscheibe*. Die Ausführungen orientieren sich an der Idee, die exemplarischen Elemente von Designprojekten herauszustellen. Mit dem Begriff Exemplarik ist dabei nicht das Beispiel gemeint. Es geht im Sinne Wagenscheins viel mehr darum, eine Plattform zu entwickeln, die der Leserin bzw. dem Leser das Know-how dazu vermittelt, eigene Designprojekte zu anderen Themen in anderen Domänen zu entwickeln. Das entwickelte Konzept eignet sich grundsätzlich für alle Bildungsgänge und Schulformen.

Im Folgenden geht es konkret um die heizbare Heckscheibe, die in einem VW Tiguan (2,0-l-TDI; Bj. 2014; 5N2) verbaut ist. Die adressierten berufsspezifischen Handlungs- bzw. Sachkompetenzentwicklungsziele lassen sich curricular je nach Anforderungsniveau und entsprechender Zielstellung unterschiedlichen Lernfeldern und Ausbildungsabschnitten zuordnen. Das Projekt wird mit einer Unterstufe (Kraftfahrzeugmechatronikerinnen und Kraftfahrzeugmechatroniker) durchgeführt. Es nehmen 20 Lernende teil.

### **UMSETZUNG DER LERNSITUATION ALS DESIGNPROJEKT**

Das Designprojekt startet damit, dass die Lerngruppe mit der problemhaltigen Ausgangssituation konfrontiert wird: Ein Kunde bemängelt, dass die heizbare Heckscheibe seines VW Tiguan (Bj. 2014; 2,0-l-TDI, CFFB) nicht mehr funktioniert.

#### **Inhaltliche Auseinandersetzung und Themenfindung**

Die Lernsituation wird über das Studium des Schaltplans zur Heckscheibenheizung (siehe Abb. 2) gestartet. Der Schaltplan stellt das Medium dar, das für den weiteren Designprozess von fundamentaler Bedeutung ist. Dieses Dokument strukturiert die Unter-

richtsgespräche, garantiert eine feste Struktur im Diagnoseprozess, setzt einen normativen Standard und definiert die Denominationen. Der Schaltplan stellt zudem neben dem MP3 (Deklamation) das zentrale Medium für das finale Produkt, den Film. Wichtig ist, dass der Schalplan, der von einer anderen Lerngruppe gezeichnet wurde, urheber- und nutzungsrechtlich unbedenklich verwendet werden kann.

Unterrichtsbeobachtungen zeigen, dass sich Designprojekte in der inhaltlichen Auseinandersetzung häufig dadurch von konventionellen Unterrichtsprojekten unterscheiden, dass ein besonderer Ernstcharakter spürbar wird. Den Auszubildenden ist offensichtlich bewusst, dass die inhaltliche Auseinandersetzung von enormer Bedeutung dafür ist, dass die weiteren Prozessschritte abgearbeitet und die Produkte gefertigt werden können.

Unterrichtspraktisch können vom Lehrervortrag, über fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräche bis hin zu kooperativen Arbeitsformen mit Präsentationsphase alle bekannten Verkehrsformen der Unterrichtsorganisation zum Einsatz kommen.

Im speziellen Fall wird die erste inhaltliche Auseinandersetzung mit der Lernsituation über die folgende Arbeitsaufgabe angeregt.

*Arbeitsaufgabe: Öffne ein neues Word-Dokument und erledige die folgenden Aufgaben:*

1. *Finde das Fahrzeug, den Schaltplan und weitere Informationen zum System „Heizbare Heckscheibe“ im Werkstattinformationssystem Bosch ESI[tronic].*
2. *Welches Potential (Plus oder Minus) haben die Pin 1 und 3 von K1.43?*
3. *Wie kann das Potential Pin 1 und 3 von K1.43 geprüft werden (Messgeräte, Messpunkte)?*
4. *Welche Spannung erwartest Du an den Punkten Pin 1 und 3 von K1.43?*
5. *Was muss an Pin 2 von K1.43 passieren, damit die heizbare Heckscheibe eingeschaltet wird?*
6. *Nenne Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit A6.8 Masse auf das Relais K1.43 legt.*
7. *Was bedeutet CAN-Datenbus B?*
8. *Welchen Strom muss das Relais K1.43 schalten?*
9. *Welche elektrische Leistung hat die heizbare Heckscheibe?*
10. *Warum ist die heizbare Heckscheibe in das Batteriemangement eingebunden und was macht das Batteriemangement genau?*

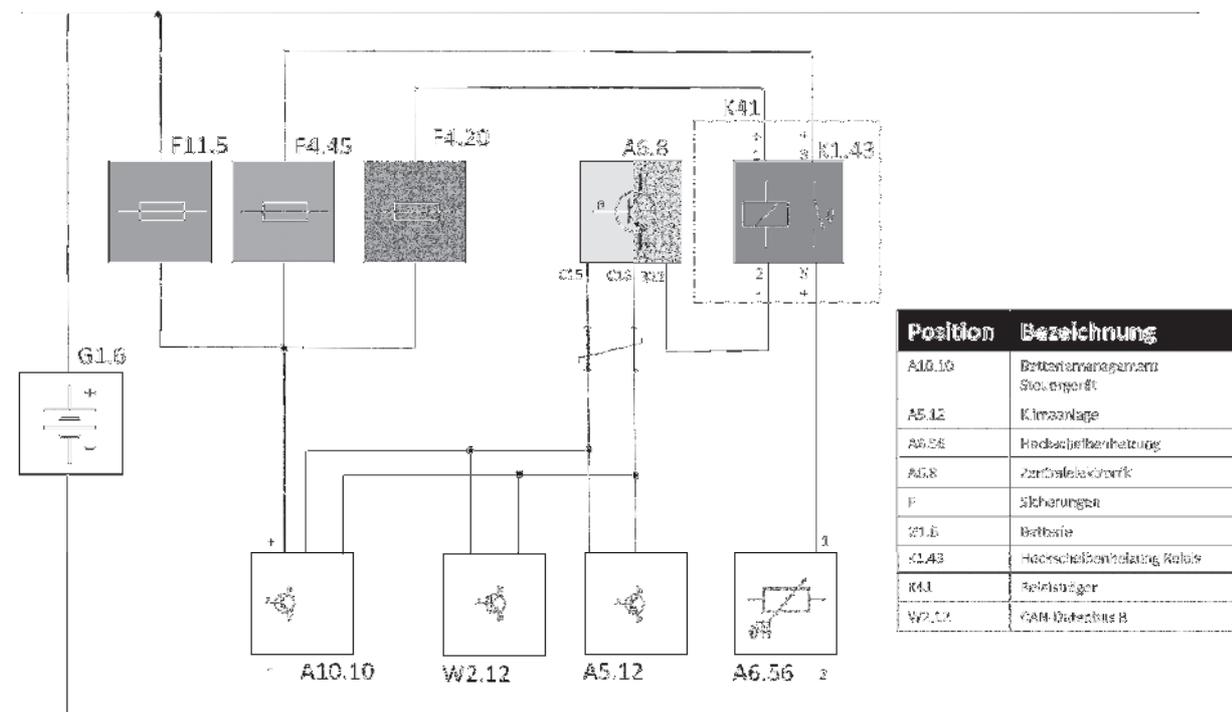


Abb. 2: Schaltplan zur heizbaren Heckscheibe (Eigene Darstellung, in enger Anlehnung an das Werkstattinformationssystem ESI-[tronic] der Firma Bosch.)

Nachdem ein Verständnis des Systems vorhanden ist, geht es um die Konkretisierung der Themen für die Designprojekte. Designprojekte fordern hier unbedingt eine klare Aufgabenstellung mit einer eindeutigen Fokussierung auf ein spezielles Detail. Ansonsten droht Überforderung. Im speziellen Fall wird eine Kartenabfrage gestartet. Die Abfrage wird digital organisiert. Dazu wird Oncoo, eine webbasierte Applikation, genutzt. Im konkreten Fall haben die Lernenden die Aufgabe, mögliche Diagnoseschritte für das System Heizbare Heckscheibe bzw. für die Kundenbeanstandung zu nennen. Die Lernenden verbinden sich dazu über einen QR-Code mit der vorbereiteten Abfrage. Sie nutzen dafür ihr Smartphone. Nachdem mögliche Diagnoseschritte gepostet worden sind, werden diese diskutiert und digital sortiert. Tabelle 1 zeigt die gefundenen Kategorien in der ersten Spalte. Die Kategorien entsprechen den Kompetenzentwicklungszielen, die mit dem Lernpro-

jekt erreicht werden sollen. Der Sortierprozess sollte von der Lehrkraft entsprechend der Zielstellung moderiert werden.

### Manuskript

In der zweiten Phase verschriftlichen die Lernenden den entsprechenden Prüf- bzw. Diagnoseschritt zu ihrem Teilprojekt. Im Designprojekt zur heizbaren Heckscheibe wird das Schreiben der Manuskripte in Partnerarbeit erledigt. Die Phase Manuskript kann fächerübergreifend organisiert werden. Die Aufgaben werden im fachlichen Anforderungsniveau differenziert zugeordnet. Je nach Lernstand der Lerngruppe können auch Lückentexte zur Verfügung gestellt werden. Bei der finalen Beurteilung der Texte sind die Lehrenden gefragt. Die Lehrenden definieren die Bezugsnorm und bewerten die Texte entsprechend. Tab. 2 zeigt mögliche Texte zu den Kompetenzbereichen.

Nr.	Kategorien/Sachkompetenzentwicklung	Handlungsprodukte
A	Einen Diagnoseprozess im System ganzheitlich planen können	Arbeitsplan
LS 1	Die Sicherungen prüfen können	Manuskript, Audio (MP3), Film (MP4)
LS 2	Die Spannungsversorgung am Heizelement prüfen können.	Manuskript, Audio (MP3), Film (MP4)
LS 3	Die Spannungsversorgung des Hauptrelais prüfen können.	Manuskript, Audio (MP3), Film (MP4)
LS 4	Systemfehler verstehen können.	Manuskript, Audio (MP3), Film (MP4)
LS 5	Das Hauptrelais prüfen können.	Manuskript, Audio (MP3), Film (MP4)

Tab. 1: Themen für die Designprojekt

Nr.	Kategorien / Sachkompetenz-entwicklung	Manuskript
LS 1	Die Sicherungen prüfen können	Wenn die Scheibenheizung nicht funktioniert, führen wir zunächst eine Prüfung der drei Sicherungen F11.5, F4.45 und F4.20 durch. Dazu nehmen wir z. B. ein Voltmeter. Die Minusleitung des Voltmeters legen wir an Masse (Klemme 31). Mit der Plusleitung messen wir nun die Spannungen vor und hinter den Sicherungen. Als Sollwert erwarten wir jeweils 12 Volt Batteriespannung. Alternativ können wir die Sicherungen auch aus dem Träger K41 entfernen und dann eine Durchgangsprüfung mit dem Ohmmeter durchführen.
LS 2	Die Spannungsversorgung am Heizelement prüfen können.	Für die Überprüfung der Spannungsversorgung benötigt man ein Voltmeter. Man misst parallel zu A6.56 zwischen Pin 1 und 2. Als Sollwert erwarten wir 12 Volt. Wenn die Spannungsversorgung in Ordnung ist, ist mit großer Sicherheit das Heizelement A6.6 selbst defekt. Du kannst das Heizelement einfach prüfen, indem Du das Heizelement abklemmst und eine Widerstandsmessung durchführst. Der Sollwert liegt bei ca. 0,6 bis 1,3 Ohm. Das Heizelement zeigt ein PTC-Verhalten. Das heißt, der Widerstand steigt mit der Temperatur.
LS 3	Die Spannungsversorgung des Hauptrelais prüfen können.	Wenn keine Spannung am Heizelement A6.56 gemessen werden kann, prüfen wir die Spannungsversorgung des Hauptrelais K1.43. Hier muss am Pin 1 und am Pin 3 Batteriespannung anliegen. Das Relais schaltet, wenn an Pin 2 Masse anliegt. Die Masse wird über das Steuergerät der Zentralelektronik A6.8 geschaltet. Wenn keine Masse an Pin 2 von K1.43 anliegt, ist evtl. das Steuergerät A6.8 defekt.
LS 4	Systemfehler verstehen können.	Interessant ist, dass der Armaturenbrettschalter, mit dem der Fahrer den Wunsch übermittelt, dass die Heizung angehen soll, in diesem Schaltplan gar nicht zu sehen ist. In diesem Schaltplan sieht man aber, dass das Steuergerät der Zentralelektronik A6.8 über einen CAN Bus B mit anderen Steuergeräten verbunden ist. Interessant ist z. B. die Verbindung zum Steuergerät für das Energiemanagement A10.10. Dieses Steuergerät ist unter anderem dafür zuständig, die Verbraucher in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Batteriekapazität mit Energie zu versorgen. A10.10 priorisiert also die Systeme, die unbedingt funktionieren müssen. Andere Systeme werden abgeschaltet. Es könnte also durchaus sein, dass A6.8 keine Masse auf das Relais K1.43 schaltet, weil die Batteriespannung bzw. die Energiemenge zu gering ist. Vielleicht hat das Fahrzeug lange gestanden, weil der Kunde im Urlaub war. In diesem Fall müsste die Batterie geladen werden.
LS 5	Das Hauptrelais prüfen können.	Ist die Spannungsversorgung von K1.43 in Ordnung, muss das Relais schalten. Wenn kein Schaltgeräusch zu vernehmen ist, ist das Relais zu tauschen.

Tab. 2: Mögliche Texte für die Deklamation

Die Bewertung der kurzen Texte gelingt in der Regel schnell. In ca. 45 Minuten können die zehn Partnerarbeiten mit den fünf unterschiedlichen Texten gelesen und relegiert werden.

### Deklamation

Zur Deklamation werden insgesamt fünf Auszubildende eingeladen. Die Einladung erfolgt schriftlich per E-Mail. Die E-Mail enthält den genauen Termin für die Deklamation und nennt den Treffpunkt, z. B. das Aufnahmestudio.

Die jeweilige Kandidatin bzw. der jeweilige Kandidat erhält die Möglichkeit, sich auf das Lesen vor dem Mikrofon vorzubereiten. Die eigentliche Deklamation stellt zeitstrukturell einen schlanken Prozess dar, weil das Audio in der Regel kurz ist (ca. zwei bis vier Minuten).

### Filmschnitt

Designprojekte können mit der Deklamation enden. Wenn zeitliche Ressourcen knapp sind, kann der finale Filmschnitt dann z. B. vom Lehrpersonal übernommen werden. Der Filmschnitt im Klassenverband stellt aber die pädagogische Königsdisziplin dar. Erfahrene Cutter (Auszubildende) benötigen ca. 30

Minuten, um eine Minute Film zu erzeugen. Vor einer offiziellen Veröffentlichung werden die Produktionen von den Lehrenden kontrolliert und optimiert.

Im Filmschnitt werden Audio und visuelle Medien (Schaltplan) aggregiert. Annotationen und Kennzeichnungen sorgen dafür, dass der Film als Lernressource rezeptiv nachgenutzt werden kann. Die Qualität dieser Arbeiten definiert später maßgeblich die didaktische Qualität des finalen Produkts. Zusätzlich werden spezielle Passagen in Szene gesetzt. Neben den gestalterischen Aktivitäten entscheiden vor allem das fachliche Verständnis und die didaktische Kreativität der Lernenden über die Qualität des Films.

### Nachnutzung

Abschließend werden die fertigen Filme für die Nachnutzung zur Verfügung gestellt, indem sie im YouTube-Kanal [www.kfz4me.de](http://www.kfz4me.de) veröffentlicht werden (vgl. Tabelle 3).

In der Regel verlangen die Distributionsplattformen nach Metadaten. Es geht darum, dass die Filme von den Applikationen (Moodle, YouTube etc.) indiziert werden können, damit sie schnell und vor allem treffsicher gefunden werden können. Da in design-

Nr.	Kategorien/Sachkompetenzentwicklung	Link zur Playlist mit den Produkten
LS 1	Die Sicherungen prüfen können	 <a href="https://www.youtube.com/playlist?list=PLOFMhWZa23Fx8C8P2a8un73WL CXwRnMkZ">https://www.youtube.com/playlist?list=PLOFMhWZa23Fx8C8P2a8un73WL CXwRnMkZ</a>
LS 2	Die Spannungsversorgung am Heizelement prüfen können.	
LS 3	Die Spannungsversorgung des Hauptrelais prüfen können.	
LS 4	Systemfehler verstehen können.	
LS 5	Das Hauptrelais prüfen können.	

Tab. 3: Erstellte Filme zur Störungsdiagnose an einer heizbaren Heckscheibe

orientierten Settings zu allen Filmen ein Manuskript verfügbar ist, lassen sich die Metadaten zum Film geradezu ideal ergänzen. Das bedeutet u. a. auch, dass Untertitel ergänzt werden können, damit auch gehörgeschädigte Menschen von den Filmen profitieren können.

### BEURTEILUNG UND BEWERTUNG VON DESIGNPROJEKTEN

Designprojekte stellen mediendidaktisch und pädagogisch eine Herausforderung dar. Häufig ist zudem viel Vorbereitung nötig. Designprojekte bieten aber auch erhebliche Mehrwerte. Abgesehen davon, dass die Projekte dazu beitragen, dass eine stabile Motivationslage erzeugt werden kann und lerner-/lernerinnenaktiver Unterricht gelingt, erzeugen und bieten Designprojekte auch ganz praktischen Mehrwert für die alltägliche Arbeit. So ist z. B. die Integration von Beurteilungsinstrumenten über das Merkmal Produktorientierung in Designprojekten besonders effizient und vor allem transparent möglich. Die genannten Produkte und auch die Prozessschritte, die erledigt werden müssen, um das Projekt abzuschließen, lassen sich über „objektive“ Bewertungskriterien mehr oder weniger valide und transparent bewerten. Folgenden Beurteilungssituationen bieten sich an:

Die Aufarbeitung von Sachzusammenhängen über das Schreiben von Fachtexten stellt ein Kernelement des Konzeptes dar. Die Fachtexte werden in mehreren Durchgängen reflexiv angelegten Selbst- und Fremdeinschätzungen unterzogen, wobei die Auszubildenden auf der Basis von Erwartungshorizonten in einer Matrix zur merkmalsdifferenzierten Kompetenzentwicklung (MediKo) systematisches und differenziertes Feedback erhalten. Die MediKo-Matrix wurde aus einer Heuristik von Wissens- und Erkenntnisformen (vgl. LISOP/HUISINGA 2004, S. 249) entwickelt und wird jeweils mit Erwartungshorizonten

operationalisiert. Die Erfahrungen mit dem Beurteilungsinstrument zeigen, dass der Lernprozess an Qualität gewinnen kann, wenn der Erwartungshorizont vor der Bewertung mit den Auszubildenden abgestimmt wird. Mit einer Abstimmung kann größtmögliche Akzep-

tanz insbesondere für die Bewertungssituationen erzeugt werden.

Neben dem Abstimmen eines vorgelegten Erwartungshorizonts kann die gemeinsame Entwicklung eines Erwartungshorizontes im Anschluss an ein Designprojekt eine interessante Alternative bieten.

### FAZIT

Designorientierte didaktische Settings haben eine relativ feste Struktur. Die Struktur ergibt sich aus lerntheoretischen Überlegungen, integriert zentrale Erkenntnisse der pädagogischen Psychologie und ist nicht zuletzt auch deswegen so ausdifferenziert worden, weil die Rechtsfigur im Kontext der Mediennutzung (Persönlichkeits-, Urheber- und Nutzungsrechte) komplexe Anforderungen impliziert. Mit Blick auf das Anforderungsniveau ist das Konzept in seinen Varianten breit skalierbar. Die Skalierbarkeit bezieht sich zum einen auf die Anforderungen, die das Konzept an sich stellt. Hier muss z. B. der Umgang mit einem Schnittprogramm erlernt werden, wenn der Prozess in Gänze von den Lernenden übernommen werden soll. Daneben ist der Prozess naturgemäß aber auch über konventionelle didaktische Reduktionen (Lückentexte etc.) justierbar.

Die Ausführungen zeigen, dass das Konzept dazu geeignet ist, konventionell analog organisierte und dokumentierte didaktische Konzepte (Lernprojekte, Frontalunterricht, Unterweisungen, Seminare etc.) digital zu organisieren. Das Konzept kann insofern als didaktisch professionalisiertes Transformationssetting begriffen werden. Das Setting unterstützt dabei in besonderer Weise die Strategie Bildung in der digitalen Welt der Kultusministerkonferenz (vgl. KMK 2016).

Die erzeugten Handlungsprodukte (vgl. [www.kfz-4me.de](http://www.kfz-4me.de)) liegen aktuell in der ersten Version vor. Im Schuljahr 2019/20 wird ein erstes Re-Design opti-

Nr.	Phase	Kompetenzbereiche
1	Manuskript	Sprachkompetenz: Im fächerübergreifenden Unterricht können sowohl die Fächer Deutsch als auch Englisch und andere Sprachen in den Beurteilungsprozess integriert werden.
		Sachkompetenz: Denominationen, Zusammenhangswissen, Normenwissen, operatives Wissen, Kognitionen und Reflexionen können beurteilt werden.
		Medienkompetenz: Umgang mit Word etc.
2	Deklamation	Lesekompetenz: Das kunstvolle laute Lesen vor dem Mikrofon erfordert praktisch immer eine Vorbereitung. Diese Vorbereitung kann die Beurteilung der Performanz vor dem Mikrofon mitbestimmen.
		Selbstkompetenz: Die Kandidatinnen und Kandidaten müssen z. B. den Termin einhalten, die E-Mails kontrollieren etc.
3	Schnitt	Medienkompetenz: Umgang mit dem Schnittprogramm, rechtliche Fragestellung etc. (vgl. KMK 2016)
		Sachkompetenz: Denominationen, Zusammenhangswissen, Normenwissen, operatives Wissen können beurteilt werden.

Tab. 4: Beurteilungssituationen in Designprojekten

mierte Handlungsprodukte zur Verfügung stellen. Unterrichtsorganisatorisch erhält die neue Lerngruppe die vorhandenen Quelldateien aus dem Schuljahr 2018/19. Die Aufgabe besteht dann darin, die Projekte zu optimieren. Über die Nachnutzungskomponenten kann das Konzept zusätzlich dazu beitragen, dass zeitstrukturelle und lernortspezifische Problemlagen einen wichtigen Impuls erhalten (vgl. SCHÄFER 2012). Unterrichtspraktische Beobachtungen lassen z. B. vermuten, dass über den direkten Bezug der verwendeten Medien (Grafiken, Bilder und Abbildungen etc. sowie das von einem Kollegen gesprochene Audio) zur realen Lernumgebung der Auszubildenden Nachnutzungsprozesse wahrscheinlicher sind als bei kommerziellen Fremdprodukten.

**LITERATUR**

ADOLPH, G. (1992): Projektorientierung - eine Möglichkeit ganzheitlichen Lernens. In: PÄTZOLD, G. (Hrsg.): Handlungsorientierung in der beruflichen Bildung. Frankfurt am Main: G.A.F.B.-Verlag. S. 165-180

AEBLI, H. (2006): Zwölf Grundformen des Lehrens. 13. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta

DEWEY, J., OELKERS, J. (Hrsg.) (2010): Demokratie und Erziehung. Übersetzt von HYLLE, E. 4. Auflage. Weinheim: Beltz

DUCARD, M. (2017): Im Trend: Bildungsinhalte auf YouTube. Online verfügbar unter: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/marketingkanaele/youtube/im-trend-bildungsinhalte-auf-youtube/> [Zugriff 01.08.2019]

FREY, K. (1996): Die Projektmethode. Weinheim: Beltz

GUDJONS, H. (2009): Handlungsorientiert Lehren und Lernen. 7. Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt

GOOGLE (2019): YouTube in Zahlen. Online verfügbar unter: <https://www.youtube.com/intl/de/yt/about/press/> [Zugriff 01.08.2019]

KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (2016): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Online verfügbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie\\_neu\\_2017\\_datum\\_1.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf) [Zugriff 01.08.2019]

LISOP, I.; HUISINGA, R. (2004): Arbeitsorientierte Exemplarik. Subjektbildung - Kompetenz - Professionalität. Frankfurt am Main: G.A.F.B.-Verlag.

MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST (mpfs) (2018): Basisuntersuchung zum Medienumgang 2018. Online verfügbar unter: [https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2018/Studie/JIM\\_2018\\_Gesamt.pdf](https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2018/Studie/JIM_2018_Gesamt.pdf) [Zugriff: 01.06.2019]

NOLTING, H.-P.; PAULUS, P. (1999): Psychologie Lernen. Weinheim: Beltz.

RAT FÜR KULTURELLE BILDUNG (IFAK) (2019): Eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten 2019. Online verfügbar unter: [https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/Studie\\_YouTube\\_Webversion\\_final.pdf](https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final.pdf) [Zugriff: 01.06.2019]

SCHÄFER, M. (2012): Zur Effizienz handlungsorientierter Unterrichtssettings - eine empirische Studie (Dissertation). Universität Siegen. Online verfügbar unter: <https://d-nb.info/1031318011/34> [Zugriff 01.08.2019]

SCHUMACHER, J. (2019): Experten fordern Einbindung von YouTube im Unterricht. Online verfügbar unter: <https://www.waz.de/staedte/essen/experten-fordern-einbindung-von-youtube-im-unterricht-id225910395.html> [Zugriff: 01.08.2019]

# Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines TSI-Motors

## – Ein Praxisbeispiel zum Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“



DANIEL GOTTSCHALK



TIM RICHTER

Für die Gestaltung des berufsschulischen Unterrichts wird seit längerer Zeit die Orientierung an Geschäfts- und Arbeitsprozessen des Beschäftigungssystems eingefordert. Durch die von PAHL (vgl. 2019) beschriebenen Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren können Lern- und Lehrwege entsprechend der Prozesse und Verfahren eines Fachgebietes strukturiert werden. Damit sind sie eine Hilfestellung, um das berufliche Lernen arbeits-, handlungs- und prozessorientiert zu gestalten. In diesem Beitrag wird die für den berufsbezogenen Unterricht im Lernfeld 8 „Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren“ konzipierte Unterrichtseinheit „Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines TSI-Motors“ vorgestellt. Dabei wurde das Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“ zur Unterrichtsstrukturierung genutzt.

### MOTIVATION

Nach dem von BECKER (vgl. 2009, S. 241; 2018, S. 250 ff.) entwickelten Kompetenzstruktur- und -niveaumodell, das auch im Rahmenlehrplan (RLP) für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin (vgl. KMK 2013, S. 6) angeführt wird, werden unterschiedliche Arten der Kfz-Diagnose unterschieden. Die „regelbasierte Diagnose“ bezieht sich auf die Verwendung eines Off-Board-Diagnosesystems (auch „Diagnosetester“ genannt) zur Identifizierung einer Fehlerursache. Die Eingrenzung und Identifikation einer Störungsursache erfolgt hierbei durch die Auswahl und Abarbeitung regelhaft aufgebauter Fehlersuchpläne, die durch ein Off-Board-Diagnosesystem angeboten werden (vgl. BECKER 2018, S. 252 f.). Diese Funktion wird häufig als „Geführte Fehlersuche (GFS)“ bezeichnet. Eine von Mitarbeitern der Universitäten Bremen und Flensburg durchgeführte Befragung von Diagnosefachkräften aus Vertragswerkstätten eines Automobilherstellers ergab, dass in durchschnittlich 35,5 %

der Diagnosesituationen, in denen die GFS von den Fachkräften verwendet wurde, die automatisierten Prüfpläne nicht zur Ermittlung der Störungsursache führten (vgl. ITB/biat 2012). In der Konsequenz ergibt sich ein kontroverses Bild: „Zum einen wird der Benutzer also extrem eng ohne jegliche Freiheitsgrade geführt, zum anderen etwa bei hoher Komplexität und Variantenvielfalt fehlt oft die angemessene Unterstützung; der Benutzer wird in diesen Fällen allein gelassen.“ (WALESCHKOWSKI/GIERA 2013, S. 23)

Um die Kontrolle über den Diagnoseprozess zu behalten und diesen bei Bedarf zielgerichtet fortsetzen zu können, kann ein Vorgehen im Sinne der regelbasierten Diagnose nicht durch ein unreflektiertes Abarbeiten der vorgegebenen Prüfanweisungen geprägt sein. Vielmehr zeichnet sich das Arbeitshandeln der Kfz-Diagnoseexpertinnen und Kfz-Diagnoseexperten dadurch aus, dass sie ein mentales Kausalmodell entwickeln, das sie in die Lage versetzt, die Anweisungen zu hinterfragen, ein zunehmend differenzierteres Verständnis für das Symptombild zu gewinnen,

spontan eigene Fehlersuch- und Prüfschritte zu vollziehen sowie damit den diagnostischen Prozess zu kontrollieren und zu gestalten (vgl. Beitrag von RICHTER in diesem Heft).

Aus Gründen der beschriebenen aktuellen Herausforderungen, die mit der Bearbeitung von Kfz-Diagnosefällen verbunden sind, begründet sich die Motivation zur Planung der im Folgenden vorgestellten Unterrichtseinheit. Das übergeordnete Ziel der Unterrichtsreihe ist es, die Schülerinnen und Schüler mit grundlegenden Aspekten der regelbasierten Diagnose vertraut zu machen, indem sie selbstständig eine Störungsdiagnose mit der GFS planen und durchführen.

### **EINORDNUNG DER UNTERRICHTSEINHEIT IN DIE CURRICULAREN BEDINGUNGEN**

Der Unterricht im Lernfeld „Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren“ (KMK 2013, S. 17) eignet sich besonders, um die Störungsdiagnose an technisch-komplexen Fahrzeugsystemen zu thematisieren. Die Beschreibung des Lernfelds weist folgende Angaben aus: „Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Funktionsstörungen an komplexen Steuerungs- und Regelungssystemen der Antriebstechnik zu ermitteln und zu beseitigen.“ (ebd.) Die Lernenden „ordnen Fehlerursachen einzelnen Teilsystemen zu. Sie erkennen die Zusammenhänge und Abhängigkeiten relevanter Steuerungs- und Regelungssysteme ([...] Gemischbildung, [...], Abgasreinigungssystem, [...]) und berücksichtigen dabei herstellerspezifische Diagnosekonzepte (Fehlersuchprogramme, [...])“ (ebd.). Des Weiteren „überprüfen [sie] Sensoren und Aktoren des Antriebs- und Motormanagements nach Herstellerangaben“ (ebd.). Zur Durchführung der Störungsdiagnose „legen [die Lernenden] eine systematische Vorgehensweise und Reihenfolge ihrer Prüfschritte fest und dokumentieren diese“ (ebd.). Demnach steht die Störungsdiagnose am Motormanagement mithilfe von Fehlersuchplänen im Vordergrund des Lernfeldes.

### **BEGRÜNDUNG DER AUFGABENSTELLUNG UND DER AUSWAHL DES ZU DIAGNOSTIZIERENDEN SYSTEMS**

Vor dem Hintergrund der in der Lernfeldbeschreibung angeführten Kompetenzen besteht die Grundidee der Unterrichtsreihe in der Störungsdiagnose am Motormanagementsystem eines modernen Verbrennungsmotors mithilfe der GFS. Die Aufgabenstellung wurde so gewählt, dass der zu bearbeitende Kfz-Diagnosefall eine niedrige Auftretenshäufigkeit aufweist und

damit den Lernenden nicht vertraut ist. Zudem sollte die Störungsdiagnose mithilfe von Fehlersuchplänen, die durch das Werkstattssystem Bosch ESI[tronic] 2.0 angeboten werden, durchführbar sein. Die Auswahl eines geeigneten Verbrennungsmotors wurde zusätzlich durch die schulische Ausstattung begrenzt. Die Wahl fiel auf einen 1,4-l-TSI-Funktionsmotor, an dem sich der elektrische Stromkreis für die Heizung der Lambdasonde vor dem Drei-Wege-Katalysator (Regelsonde) unterbrechen lässt. Die Überwachung der abgasrelevanten Bauteile und Systeme erfolgt durch die On-Board-Diagnose (OBD), ein Diagnosesystem, das im Motormanagementsystem integriert ist. Vom System erkannte abgasrelevante Störungen werden durch eine Signaleinrichtung (Malfunction Indicator Light, MIL) angezeigt, ein Eintrag wird in Abhängigkeit der Auftretenshäufigkeit im Ereignisspeicher abgelegt. Die Einträge können durch den Einsatz eines Off-Board-Diagnosesystems abgerufen und im Klartext angezeigt werden.

Die zentrale Aufgabenstellung der Unterrichtseinheit besteht darin, die Störungsursache für den Ausfall der Lambdasonden-Heizung zu identifizieren und den Kfz-Diagnosefall in Form einer „Technischen Problemlösung“<sup>1</sup> zu dokumentieren (Handlungsergebnis).

### **BEGRÜNDUNG DER ENTSCHEIDUNG FÜR DAS UNTERRICHTSVERFAHREN „DIAGNOSEAUFGABE“**

Im RLP für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin wird Handlungsorientierung als didaktisches Prinzip berufsschulischen Unterrichts eingefordert (vgl. KMK 2013, S. 5). Zentral für die Planung von handlungsorientiertem Unterricht ist die handlungssystematische Ausrichtung. Das heißt, „Handlungsschritte müssen in einer logischen und für die Lernenden nachvollziehbaren Abfolge durchlaufen werden können, wie es auch berufstypische Arbeits- und Geschäftsprozesse in der Praxis erfordern würden“ (RIEDL/SCHULTEN 2013, S. 106). Eine derartige Strukturierung erfolgte mithilfe von Ausbildungs- bzw. Unterrichtsverfahren. Dabei handelt es sich um Makromethoden bzw. „Artikulationsschemata“ für die Gestaltung des Unterrichts an gewerblich-technischen beruflichen Schulen (vgl. PAHL 2008, S. 90). „Mehr als mit dem Methodenbegriff [...] wird durch Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren die Prozessorientierung beim Arbeiten und Lernen intendiert, die die Abfolge von Lernphasen bestimmt und berufliches Arbeiten und Lernen in einen Gesamtzusammenhang einordnet“

(TÄRRE 2016, S. 134). Dabei strukturieren die „Prozesse und Verfahren des jeweiligen Fachgebietes [...] die Lern- und Lehrwege über einen längeren Zeitraum hinweg“ (ebd., S. 138), sodass das berufliche Lernen arbeits-, handlungs- und prozessorientiert gestaltet werden kann.

Für die Gestaltung einer Unterrichtsreihe, die auf die Förderung von Kompetenzen der regelbasierten Kfz-Diagnose zielt, bietet sich das Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“ nach PAHL (vgl. 2019, S. 112 ff.) an. Im Rahmen des konkret-handlungsorientierten Unterrichtsverfahrens werden die künftigen Facharbeiterinnen und Facharbeiter mit dem Auftreten von Fehlern in technischen Systemen konfrontiert und mit den Grundlagen der Störungsdiagnose vertraut gemacht. Dabei geht es um das Erfassen typischer Abläufe, sodass der Ablauf des Unterrichtsverfahrens im Wesentlichen von einem Diagnoseauftrag bestimmt wird. Die besondere Bedeutung des Unterrichtsverfahrens ergibt sich darüber hinaus aus den erreichbaren Lernzielen. So können die Schülerinnen und Schüler nach dem Prinzip der Fehlerbaummethode arbeiten und Nutzererkenntnisse zum Diagnosesystem bzw. zur GFS erwerben (vgl. ebd.). Dies entspricht der Intention der vorgestellten Unterrichtseinheit. Das entsprechende Artikulationsschema setzt sich aus den aufeinander aufbauenden Phasen „Aufgaben- und Problemstellung“, „Planung der Diagnose“, „Durchführung der Diagnoseaufgabe“, „Kontrolle der Durchführung“ sowie „Auswertung, Bewertung, Reflexion und Transfer“ zusammen. Um die Störungsdiagnose praxisorientiert vornehmen zu können, sind berufsspezifische Lern- und Arbeitsbedingungen erforderlich. Daraus ergeben sich Konsequenzen in Bezug auf die einzusetzenden Medien.

## INGESETZTE MEDIEN

Der Medieneinsatz in der entwickelten Unterrichtseinheit ist relativ umfangreich und erfolgt mit dem Ziel, Lern- und Arbeitsprozesse miteinander zu verknüpfen sowie das eigenverantwortliche Lernen der Schülerinnen und Schüler zu unterstützen. So kommen sowohl spezifische Arbeits- und Informationsmittel als auch Medien, die dem E-Learning zuzuordnen sind, zum Einsatz:

### *1,4-l-TSI-Funktionsmotor*

Es handelt sich um einen Otto-Motor, der auf einem mobilen Schulungsstand befestigt ist. Das Aggregat verfügt über eine Doppelaufladung durch einen Kompressor und einen Abgasturbolader. Die integrierte

Fehlerschaltung dient der Simulation von Fehlern, um Störungsdiagnosen durchführen zu können. Mithilfe von installierten Breakout-Boxen können Messungen und Prüfungen vorgenommen werden. Alternativ kann ein vergleichbarer Motor zum Einsatz kommen.

### *Diagnosetester Bosch FSA 740 mit KTS 540*

Ein Off-Board-Diagnose-System in Form eines rechnergestützten Expertensystems gehört zur Grundausstattung einer Kfz-Werkstatt. Es wurde das Fahrzeugdiagnosesystem Bosch FSA 740 mit KTS 540 ausgewählt. Damit ist u. a. das Auslesen und Löschen von Fehlerspeichereinträgen möglich. Alternativ können andere Systeme (bspw. VAG-COM Diagnose-System) eingesetzt werden.

### *Handmultimeter und Adapter*

Mithilfe eines Handmultimeters und eines Adapterkoffers werden Messungen am Funktionsmotor vorgenommen. Ein Handmultimeter ist nicht zwingend erforderlich, sofern am verwendeten Diagnosetester die entsprechende Messtechnik vorhanden ist.

### *Werkstattinformationssystem Bosch ESI[tronic] 2.0*

Durch das Werkstattinformationssystem erhalten die Lernenden Zugang zu fahrzeugspezifischen Informationen. Zudem ermöglicht das System die Anwendung der GFS. Dabei werden die Anwenderinnen bzw. Anwender durch Beschreibungen von Prüfschritten, Prüfbedingungen und Sollwerten durch den diagnostischen Prozess „geführt“.

### *Herstellerspezifischer Stromlaufplan*

Die Lernenden erhalten einen Ausschnitt des modellspezifischen Stromlaufplans des Fahrzeugherstellers, der das System „Motormanagement“ abbildet und zwölf Seiten umfasst.

### *Lernbausteine*

Ein Lernbaustein setzt sich aus einem Erklärvideo und einem Arbeitsblatt zusammen. So wird bspw. die Funktion des Drei-Wege-Katalysators, einem Bauteil zur Abgasnachbehandlung, in einem solchen Kurzfilm erklärt. Das passende Arbeitsblatt enthält Aufgaben, die durch die im Video dargebotenen Informationen sowie mithilfe des verbindlich eingeführten Fachkundebuchs bewältigt werden können. Diese Lernbausteine, die die Lernenden dabei unterstützen, sich fallrelevantes Fachwissen anzueignen, beziehen sich auf die Themen „Spannungssprung-Lambdasonde“, „Breitband-Lambdasonde“, „Lambdaregelkreis“, „Drei-Wege-Katalysator“, „Überprü-

fung einer Spannungssprung-Lambdasonde“ und „On-Board-Diagnosesystem (OBD)“. Die Lernbausteine wurden von den Autoren des vorliegenden Beitrags erstellt.

*Schüler-Computer und Kopfhörer*

Schüler-Computer und Kopfhörer dienen den Lernenden dazu, das didaktisch aufbereitete Informationsmaterial (Erklärvideos), den Stromlaufplan sowie das Werkstattinformationssystem zu nutzen.

**HANDLUNGSABLAUF DER UNTERRICHTSEINHEIT „STÖRUNGSDIAGNOSE AM MOTORMANAGEMENT-SYSTEM EINES TSI-MOTORS“**

Der Ablauf der Lernsituation, die zehn Unterrichtsstunden umfasst, gliedert sich in folgende Phasen:

*Aufgaben- und Problemstellung*

Die Lernenden werden mit der Problemstellung in Form eines Werkstattauftrags konfrontiert. Das Dokument enthält neben der Anschrift des fiktiven Kunden und Informationen zum Kundenfahrzeug (Modellbezeichnung, amtliches Kennzeichen, Fahrleistung, Motorisierung, Motor- und Getriebekennbuchstaben) auch die dokumentierte Kundenbeanstandung „Motorkontrollleuchte leuchtet“. Der Auftrag besitzt einen Aufforderungscharakter in dem Sinne, dass er eine allgemeine, aber typische Beschreibung einer Beanstandung enthält und dadurch die Lernenden motiviert, sich mit dem Kfz-Diagnosefall auseinanderzusetzen.

Zur weiteren Orientierung und Zielbestimmung erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Liste von

Fehlerspeichereinträgen, die zu analysieren sind, um weitere Informationen zum Fahrzeug-Istzustand zu gewinnen. Die Lernenden erkennen, dass der Fehlerspeichereintrag „P0030 – Bank 1 Sonde 1, Heizkreis Unterbrechung, statisch“ diagnostische Relevanz zur Eingrenzung der Störungsursache im Sinne einer Grobdiagnose besitzt. Hiervon ausgehend konkretisieren die Lernenden die Zielsetzung der gegebenen Diagnoseaufgabe sowie ihren Informationsbedarf, der in Form von Fragestellungen auf einem Flipchart-Papier festgehalten wird, um diese in einer späteren Phase der Unterrichtseinheit nutzen zu können.

*Planung der Diagnose*

Zur Planung des diagnostischen Prozesses am Funktionsmotor fertigen die Schülerinnen und Schüler in einem ersten Schritt eine Skizze des Stromlaufplans von der Lambdasondenheizung an, die den Lernenden im weiteren Verlauf der Fallbearbeitung als Unterstützung dient. Hierzu kommt der mehrere Seiten umfassende Stromlaufplan zum Einsatz. Wie die Abbildung 1 verdeutlicht, wird durch eine solche Skizze die Komplexität des originalen Stromlaufplans reduziert.

Im zweiten Schritt ist von den Lernenden ein Fehlersuchplan in Form eines Flussdiagramms (auch „Programmablaufplan“ genannt) herzustellen, der in der nachfolgenden Phase bei der Durchführung der Störungsdiagnose verwendet wird. Er wird auf der Grundlage der im Werkstattinformationssystem Bosch ESI[tronic] 2.0 beschriebenen Schritte zur Diagnose einer defekten Vor-Kat-Lambdasonde erstellt. Hierzu müssen die Lernenden zuerst bestimmen,

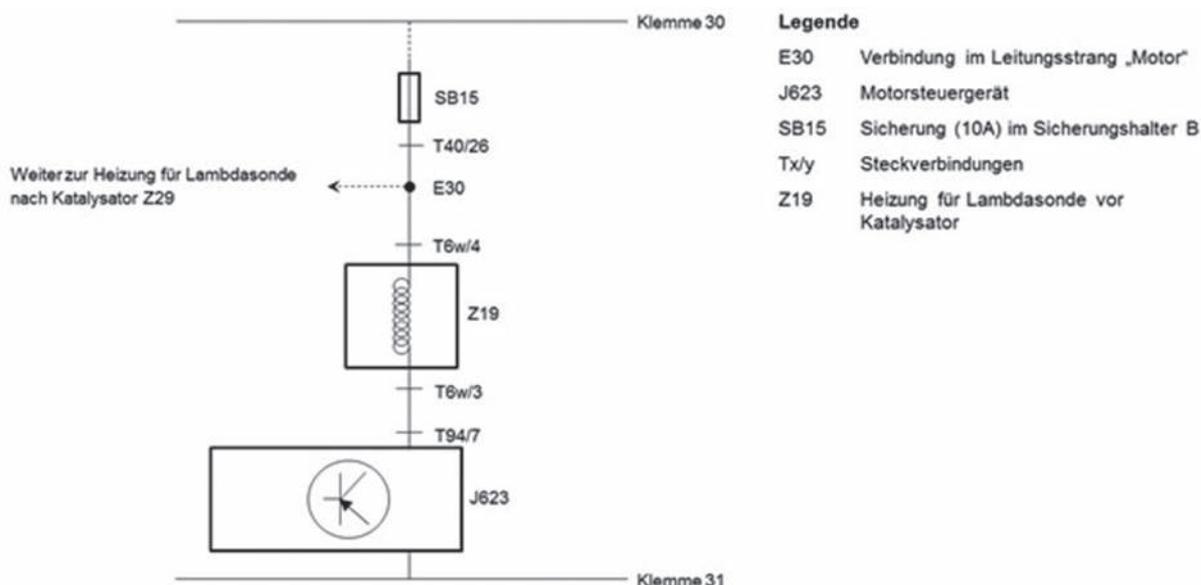


Abb. 1: Exemplarische Skizze des Stromlaufplans von der Lambdasondenheizung

ob eine Spannungssprung-Lambdasonde oder eine Breitband-Lambdasonde als Vor-Kat-Lambdasonde im Kundenfahrzeug verbaut ist. Für beide Varianten sind im Werkstattinformationssystem Prüfanweisungen verfügbar. Des Weiteren werden Prüfschritte beschrieben, die sich sowohl auf das Sonderelement als auch auf die integrierte Heizung des Bauteils beziehen. Da – wie durch die Fehlerspeichereinträge deutlich wird – ein Fehler im elektrischen Stromkreis der Heizung anzunehmen ist, ist nur ein Teil der verfügbaren Informationen für die fallbezogene Störungsdiagnose von Bedeutung. Zudem werden nicht alle möglichen Störungsursachen und Prüfschritte durch die Angaben des Werkstattinformationssystems abgedeckt, sodass weiterreichende Überlegungen zur Durchführung der Störungsdiagnose von den Lernenden zu leisten und darzustellen sind. Ein Beispiel des anzufertigenden Fehlersuchplans zeigt die Abbildung 2. Die Prüfschritte und Entscheidungen, die mit gestrichelten Linien umrahmt sind, kennzeichnen die Schritte, die nicht dem Fehlersuchplan des Werkstattinformationssystems entnommen werden können.

### Durchführung der Diagnoseaufgabe

Die Durchführung erfolgt am Funktionsmotor mit der simulierten Funktionsstörung. Dabei nutzen die Lernenden den von ihnen angefertigten Fehlersuchplan sowie die erstellte Skizze des Stromlaufplans. Orientiert an diesen Dokumenten führen sie Prüfungen und Messungen durch, vergleichen Soll- und Istwerte, leiten nachfolgende Maßnahmen zur Eingrenzung und Identifizierung der Störungsursache ab und dokumentieren die von ihnen ermittelten Mess- und Prüfergebnisse (siehe Abbildung 3). Das Diagnosesystem Bosch FSA 740 mit KTS 540, das Werkstattinformationssystem Bosch ESI[tronic] 2.0, ein Handmultimeter sowie Adapter sind verfügbar. Das Werkstattinformationssystem kommt ausschließlich in solchen Fällen zum Einsatz, in denen die Lernenden erkennen, dass ihr angefertigter Fehlersuchplan unvollständig bzw. fehlerhaft ist. Die Durchführungsphase ist beendet, wenn die Störungsursache erfolgreich identifiziert wurde oder der diagnostische Prozess durch die Lernenden abgebrochen wird.

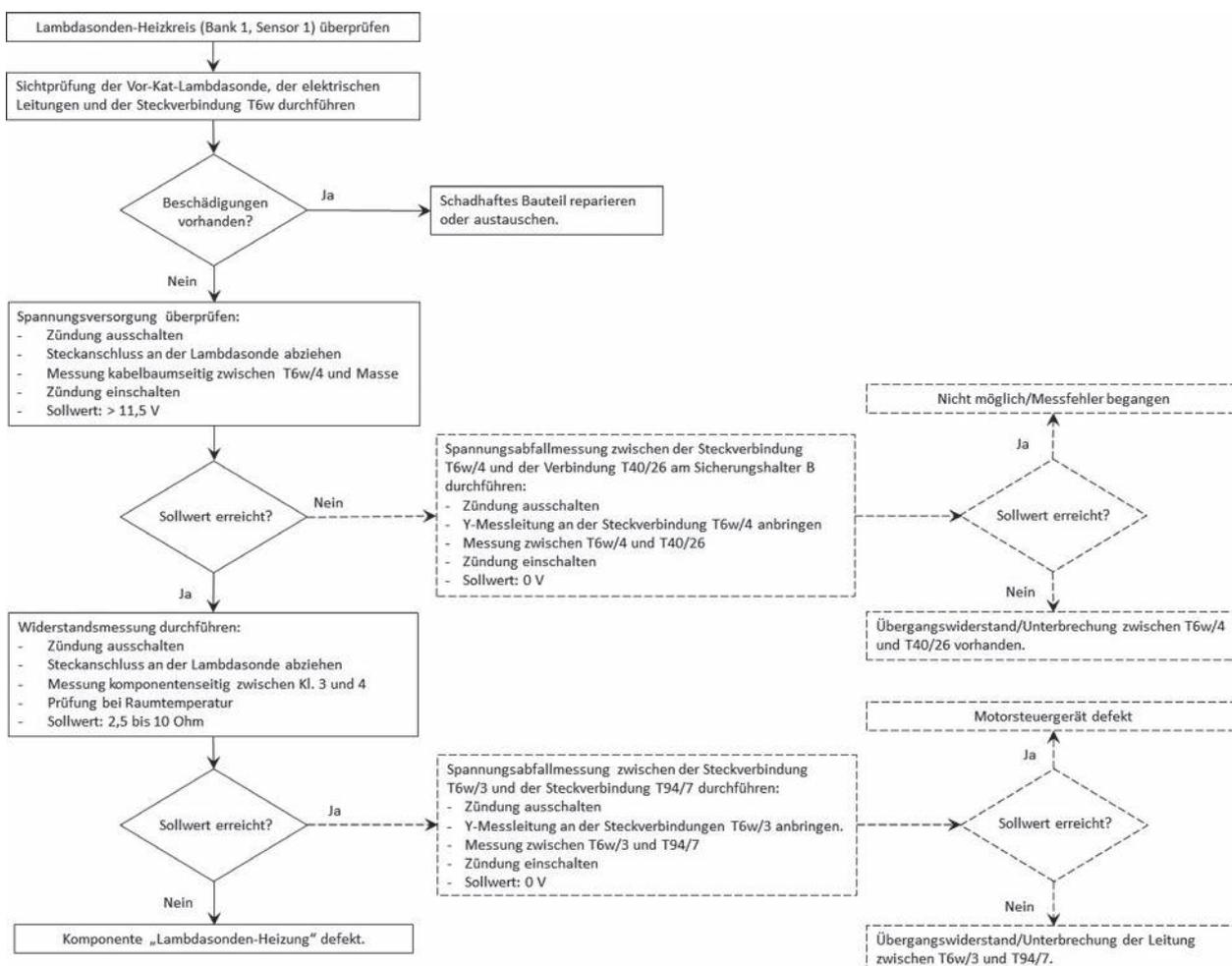


Abb. 2: Exemplarischer Fehlersuchplan zur Diagnose einer defekten Lambdasondenheizung



Abb. 3: Durchführung der Störungsdiagnose am 1,4-l-TSI-Funktionsmotor (Foto: Richter)

### Kontrolle der Durchführung

Bei der Kontrolle geht es darum, ein plausibles Verständnis kausaler Verknüpfungen der fallspezifischen Gegebenheiten zu erarbeiten. Dadurch wird sichergestellt, dass die angefertigten Fehlersuchpläne in der Durchführungsphase nicht nur angewendet, sondern die vollzogene Störungsdiagnose verstandesmäßig durchdrungen wird. Hierzu befassen sich die Schülerinnen und Schüler zuerst mit den bereits weiter oben erwähnten Lernbausteinen. Dabei wird zwischen Lernbausteinen unterschieden, die von allen Lernenden zu bearbeiten sind und solchen, mit denen sich leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler zusätzlich befassen, sodass in leistungsheterogenen Lerngruppen eine Individualisierung von Lernprozessen erfolgen kann.

Im zweiten Schritt wenden die Lernenden ihr angeeignetes Fachwissen an, indem sie eine „Technische Problemlösung“ und damit das zu Beginn der Unterrichtseinheit vereinbarte Handlungsergebnis erstellen. Das bedeutet, dass die Kundenbeanstandung, der als diagnostisch relevant betrachtete Fehlerspeichereintrag, die im Rahmen der Durchführung der Störungsdiagnose ermittelten Erkenntnisse über den Fahrzeug-Istzustand sowie die identifizierte Störungsursache in Beziehung zu setzen sind und ein plausibler Kausalzusammenhang darzulegen ist. Auf diese Weise werden Inkonsistenzen im subjektiven Fallverständnis beseitigt und das individuelle Fallverständnis erweitert.

### Auswertung, Bewertung, Reflexion und Transfer

Durch die Auswertung wird die Durchführung der Unterrichtseinheit abgerundet. Hierzu stellen die Schülerinnen und Schüler die von ihnen angefertigten Dokumentationen im Plenum vor, erklären die von ihnen gewählte Vorgehensweise und klären Verständnisschwierigkeiten. Die Lehrkraft kann sich dadurch vergewissern, dass alle Lernenden den be-

arbeiteten Kfz-Diagnosefall auf der Basis des zuvor angeeigneten Fachwissens in einem kohärenten Gesamtzusammenhang nachvollziehbar erklären können. Die auf einem Flipchart-Papier festgehaltenen Fragen aus der Phase „Aufgaben- und Problemstellung“ werden zur Kontrolle genutzt, ob der Wissensbedarf der Lernenden durch die Bearbeitung der Lernbausteine erfolgreich abgedeckt wurde bzw. offene und noch zu beantwortende Fragen bestehen.

Im Anschluss werden die Stärken und Schwächen der GFS anhand der von den Lernenden im Rahmen der Fallbearbeitung gesammelten Erfahrungen erarbeitet. Das Ziel ist es, die Lernenden dafür zu sensibilisieren, die GFS als eine Hilfestellung zu betrachten, durch die mögliche Schritte zur Identifizierung einer Störungsursache vorgeschlagen werden. Die Nutzung der GFS sollte aber nicht dazu führen, einen Fehlersuchplan abzuarbeiten, ohne die Angaben kritisch zu hinterfragen bzw. ohne über alternative Diagnoseschritte im Sinne einer effizienten Vorgehensweise nachzudenken.

Abschließend reflektieren die Lernenden unter Berücksichtigung der Problemstellung und der eingesetzten Medien den Verlauf ihrer Lernprozesse. Vorschläge zu Verbesserungen können von den Schülerinnen und Schülern sowie von der Lehrkraft für künftige Abläufe gesammelt werden.

### BEOBSACHTUNGEN ZUM HANDELN DER LERNENDEN

Die hier vorgestellte Unterrichtsreihe wurde bisher mit drei unterschiedlichen Lerngruppen (insgesamt 69 Schülerinnen und Schüler) des zweiten Ausbildungsjahres durchgeführt. Allen Schülerinnen und Schülern gelang es, mit mehr oder weniger Hilfestellungen, die Störungsursache zu identifizieren. Schwächen der Lernenden zeigten sich insbesondere in der Vorbereitung und der Durchführung der Störungsdiagnose. So hatten die Lernenden zum Teil Schwierigkeiten, Informationen aus dem Stromlaufplan oder dem Werkstattinformationssystem zu entnehmen und umzusetzen. Dies zeigte sich u. a. bei der Erstellung des Fehlersuchplans. So wurden Prüfanweisungen und Sollwerte unvollständig oder falsch abgelesen. Ebenso wurde teilweise nicht analysiert, welche Art von Lambdasonde im Kundenfahrzeug verbaut ist. Auch wurden Fehlersuchpläne erstellt, die sich auf das gesamte Bauteil „Vor-Kat-Lambdasonde“ bezogen und nicht nur auf die defekte Lambdasonden-Heizung. Bei der Durchführung von Messungen unter Verwendung des Handmultimeters wurden zum Teil die erforderlichen Adapter-

leitungen nicht verwendet. Zudem wurden Defizite deutlich, plausible Schlüsse aus den ermittelten Prüf- und Messergebnissen zu ziehen, die ein eigenständiges Fortsetzen des diagnostischen Prozesses ermöglichen. Insgesamt wurden damit Defizite im Bereich solcher internen Voraussetzungen deutlich, die relevant sind, um Kfz-Diagnosefälle (effizient) zu bewältigen.

## SCHLUSSBETRACHTUNG

Die entwickelte Unterrichtseinheit erfordert es von den Lernenden, sich selbstständig mit einer berufstypischen Anforderungssituation auseinanderzusetzen, sodass insbesondere fachliche Kompetenzen gefördert werden. Durch die Strukturierung der Unterrichtseinheit im Sinne des Unterrichtsverfahrens „Diagnoseaufgabe“ erfolgt dabei das berufliche Lernen arbeits-, handlungs- und prozessorientiert. Ausgehend von der hier beschriebenen Unterrichtseinheit erscheint das Unterrichtsverfahren geeignet, um die Kompetenzen der regelbasierten Kfz-Diagnose zu fördern.

Die Frage, inwiefern das Unterrichtsverfahren „Diagnoseaufgabe“ ebenso geeignet ist, um die Kompetenz der anderen Diagnosearten (Routinediagnose, integrierte Kfz-Diagnose und erfahrungsbasierte Kfz-Diagnose) zu fördern oder Anpassungen an die jeweiligen Besonderheiten erforderlich sind, kann hier nicht beantwortet werden. In Bezug auf die erfahrungsbasierte Kfz-Diagnose ist es zumindest fraglich, ob durch das Artikulationsschema des Unterrichtsverfahrens der entsprechende Prozess der Störungsdiagnose an technisch-komplexen Fahrzeugen zutreffend abgebildet wird. Kennzeichnend für die erfahrungsbasierte Diagnose ist es, dass diagnostisch relevante Erkenntnisse über den Fahrzeug-Istzustand erst durch das Handeln am Instand zu setzenden Fahrzeug gewonnen werden und diese die Entscheidungen über das weitere Vorgehen, die im Diagnoseprozess zu treffen sind, beeinflussen. Statt einer Trennung der Phasen „Planung der Diagnose“ und „Durchführung der Diagnoseaufgabe“ ist vielmehr eine enge Verknüpfung jener Phasen anzunehmen. Wichtige Hinweise zur Klärung der Fragestellung können durch Untersuchungen des Arbeitshandelns von Kfz-Diagnoseexpertinnen und Kfz-Diagnoseexperten gewonnen werden.

## Anmerkung

1) Hierbei handelt es sich um kfz-spezifische technische Dokumente, die erst während der Phase der

Produktnutzung von den Fahrzeugherstellern auf der Basis von Felddaten verfasst und für die Facharbeiterinnen und Facharbeiter im technischen Kundendienst zur Verfügung gestellt werden. Diese Servicemitteilungen werden von den Kfz-Diagnosefachkräften zur Ursachenidentifikation genutzt.

## Literatur

- BECKER, M. (2009): Kompetenzmodell zur Erfassung beruflicher Kompetenz im Berufsfeld Fahrzeugtechnik. In: Fenzl, C.; Spöttl, G.; Howe, F.; Becker, M. (Hrsg.), *Berufsarbeit von morgen in gewerblich-technischen Domänen. Forschungsansätze und Ausbildungskonzepte für die berufliche Bildung*. Bielefeld: Bertelsmann, S. 239–245.
- BECKER, M. (2018): Berufswissenschaftliche Forschung in der beruflichen Fachrichtung Fahrzeugtechnik. In: Rauer, F.; Grollmann, P. (Hg.), *Handbuch Berufsbildungsforschung*. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. Bielefeld: wbv, S. 241–254.
- ITB (Institut Technik und Bildung); biat (Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik) (2012): *KODIN-Kfz. Ergebnisse der Analysephase (Powerpoint-Präsentation): Workshop zu KODIN-Kfz, 31.01.2012 im Institut Technik und Bildung in Bremen*.
- KMK (KULTUSMINISTERKONFERENZ) (2013): *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.04.2013)*. Online verfügbar unter: <https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/KFZ-Mechatroniker13-04-25-E.pdf> (Zugriff am 12.03.2017).
- PAHL, J.-P. (2013): *Bausteine beruflichen Lernens im Bereich „Arbeit und Technik“*. Band 2: *Makromethoden – Rahmengebende Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren*. 4. Aktualisierte und erweiterte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider.
- PAHL, J.-P. (2019): *Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Ein Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb*. 6. Auflage. Bielefeld: wbv.
- TÄRRE, M. (2016): *Zum Begriff der Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren*. In: *lernen & lehren*, 31 (4), S. 134.
- WALESCHKOWSKI, N.; GIERA, R. (2013): *Was sollte ein gutes Diagnosesystem leisten?* In: *Bäker, Bernhard; Unger, Andreas (Hrsg.): Diagnose in mechatronischen Fahrzeugsystemen VI. Neue Verfahren für Test, Prüfung und Diagnose von E/E-Systemen im Kfz*. Renningen: expert, S. 10–26.

# Ausgewählte Aspekte zu aktuellen Entwicklungen beim beruflichen Lernen

## – Erfahrungen aus Sicht einer Kfz-Innung

Die große Innovationsdynamik der Kfz-Branche ist auch für den Service in den Kfz-Werkstätten und damit für die Kfz-Fachkräfte ein großes Thema, insbesondere, wenn es darum geht, aktuelle technische Entwicklungen zu (er-)kennen, sich das dazu notwendige Wissen anzueignen sowie die erforderlichen (digitalen) Werkzeuge vorzuhalten und zu beherrschen. Diese Dynamik stellt auch hohe Anforderungen an die Berufsausbildung, die zukünftige Kfz-Fachkräfte auf ihre vielfältigen Aufgaben und berufslebenslange Lernprozesse vorbereiten muss. Nachfolgend werden einzelne Aspekte zur Modernisierung und Innovierung der Ausbildung, u. a. in Bezug auf die Digitalisierung von Lernen und Prüfen, vorgestellt, die aus den Erfahrungen der Kfz-Innung Hamburg stammen.



PETER ULLRICH

### **DIGITALES LERNEN, PRÜFEN UND DOKUMENTIEREN – EINSATZ VON AUGMENTIERTER UND VIRTUELLER REALITÄT NUR MIT FUNDIERTEM DIDAKTISCHEM KONZEPT**

Bereits seit dem Jahr 2012 wird in Zusammenarbeit zwischen der Kfz-Innung Hamburg und der Beruflichen Schule Fahrzeugtechnik (BS 16) die sogenannte Online-Prüfung als Gesellenprüfung durchgeführt (siehe unten). Seinerzeit zeichnete sich bereits sehr deutlich ab, dass sich der Einsatz digitaler Medien beim Lernen und Prüfen kurz- bis mittelfristig über alle Bereiche der Aus-, Fort- und Weiterbildung verbreiten würde. Die handwerklichen Berufsbildungszentren und Berufsschulen würde das vor neue große Herausforderungen stellen.

Das Berufsbildungszentrum (BBZ) der Hamburger Kfz-Innung beschäftigt sich mit dem Megathema „Digitalisierung“ verstärkt bereits seit 2016 mit dem Einsatz von E-Learning-Plattformen in der Überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung im Rahmen der sogenannten „Hochvolt-Ausbildung“. Aktuell werden probeweise vier Arbeitsplätze betrieben, an denen sich Auszubildende auf die Arbeit an Hochvolt-Fahrzeugen mit einem speziell vorbereiteten Hochvoltfahrzeuglehrmittel „ungefährlich“ vorbereiten können. In der Beruflichen Schule Fahrzeugtechnik werden E-Learning-Portale unterstützend und vor-

bereitend und begleitend zum Berufsschulunterricht in unterschiedlichen Pilotklassen eingesetzt. Es besteht ein reger Austausch zwischen Schule, Innung und hamburgischen Kfz-Betrieben, welches E-Learning-System kurzfristig geeignet zum Einsatz kommen kann. Dieser Austausch findet gleichsam auch überregional statt, mit den unterschiedlichen Landesverbänden, dem Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK) sowie den unterschiedlichen kraftfahrzeugtechnischen Berufsbildungszentren der Handwerkskammern und Innungen.

Das BBZ der Kfz-Innung Hamburg erprobt aktuell auch intensiv den Einsatz des sogenannten digitalen Berichtshefts von verschiedenen Anbietern. Hier präpariert sich die Geschäftsstelle derart, dass man als erster Ansprechpartner und Berater für die Prüfungsausschüsse und Ausbildungsbetriebe wirkungsvoll fungieren kann.

Die Kfz-Innung beobachtet zudem sehr intensiv, welche Entwicklungen sich für die Zukunft abzeichnen. So gibt es etwa Hinweise, dass digitale Medien, mit denen Leistungsnachweise erbracht werden, zunehmend deutlich verschmelzen werden. Aktuell gibt es allerdings kein System, welches das digitale Prüfen, das digitale Lernen und das digitale Dokumentieren (Berichtsheft) integrativ abbilden kann. Es spricht also vieles dafür, dass diese Themen weiterhin mit-

tel- bis langfristig durch verschiedene Softwareanbieter und -provider abgebildet werden müssen.

In anderen Ländern, z. B. China, werden innerhalb der zumeist ausschließlich schulischen Ausbildung bereits sehr intensiv Lehrmittel mit augmentierter Realität eingesetzt. Ähnliche Augmented-Reality (AR)/Virtual-Reality (VR)-Anwendungen werden in der Automobilindustrie in Teilbereichen erprobt und eingesetzt. Der Einsatz von AR/VR-Anwendungen in der Ausbildung macht aus Sicht der Kfz-Innung Hamburg aber erst dann Sinn, wenn belastbare didaktische Konzepte zur Verfügung stehen, was aktuell noch nicht erkennbar ist. Die Kfz-Innung Hamburg wird diese Herausforderungen und zukünftigen Entwicklungen weiterhin intensiv bearbeiten und beobachten.

### **ONLINE-PRÜFUNGEN IM KFZ-TECHNIKER-HANDWERK – AKTUELLE PRÜFUNGSTEILNEHMERINNEN UND -TEILNEHMER SIND MIT NEUEN COMPUTERBASIERTEN MEDIEN VERTRAUT**

Bei der Kfz-Innung in Hamburg legen ca. 350 Auszubildende pro Jahr ihre Fachkenntnisprüfung in Form einer Online-Prüfung ab. Zu diesem Zwecke werden Räume im Elbcampus, dem Kompetenzzentrum der Handwerkskammer Hamburg, mit entsprechender IT-Ausstattung und Administration angemietet.

Unter einer Online-Prüfung wird eine schriftliche Prüfung verstanden, die über ein Computernetzwerk zur Verfügung gestellt wird. Die Prüfungen können bei geeigneter Formulierung der Aufgaben weitestgehend automatisch ausgewertet werden. Damit wird einerseits eine hohe Zuverlässigkeit bei der Auswertung erreicht, andererseits ergeben sich deutliche Zeitersparnisse bei der Auswertung. Außerdem können den unterschiedlichen Prüfungsgruppen die jeweils vorgesehenen Aufgaben und Fragen zugeordnet werden.

Das Nutzen neuer Medien ist den Prüfungsteilnehmerinnen und -teilnehmern sehr vertraut und deshalb ideal als Prüfungstool. Die notwendige Formelsammlung, relevante Anlagen und Papier zum Niederschreiben von Notizen („Schmierzettel“) werden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern weiterhin in Papierform zur Verfügung gestellt, so dass ein gewohntes Bearbeiten der Aufgaben jederzeit möglich ist.

Die Innung des Kfz-Handwerks Hamburg führt im Auftrag des Gesellenprüfungsausschusses in enger Zusammenarbeit mit der Beruflichen Schule Fahr-

zeugtechnik (BS 16) diese Online-Fachkenntnis-Prüfung bereits seit dem Jahr 2012 erfolgreich durch. Die Prüfungen finden in einer ausgesprochen ruhigen Atmosphäre statt und es spricht vieles dafür, dass der Prüfungsausschuss die Fachkenntnis-Prüfungen weiterhin in dieser Form durchführen wird.

### **KOMZET-e – DAS KOMPETENZZENTRUM DES HANDWERKS FÜR ELEKTROMOBILITÄT, KAROSSERIE UND FAHRZEUGSYSTEME**

Mit dem KOMZET-e, welches aus Zuwendungen vom Bundeswirtschaftsministerium, der Freien und Hansestadt Hamburg und erheblichen Eigenmitteln finanziert wurde, konnte das vorhandene Berufsbildungszentrum der Innung des Kfz-Handwerks Hamburg zu einem Kompetenzzentrum des Handwerks weiterentwickelt werden. Das Kompetenzzentrum soll mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durch Kurse und Lehrgänge aber auch durch Beratung einen geeigneten Technologietransfer zu den hamburgischen Kfz-Betrieben sicherstellen; zunehmend aber eine Strahlkraft deutlich über die Metropolregion hinaus entwickeln. Zu diesem Zweck wurde ein Neubau mit sieben Seminarräumen und zwei Werkstätten errichtet. Außerdem wurde in eine geeignete Ausstattung investiert, welche die Möblierung, moderne Präsentationsmedien, Schulungsfahrzeuge, vereinzelt Lehrwände und Werkstattequipment umfasst und so die drei Fokusthemen E-Mobilität, Karosserie und Fahrzeugsystemtechnik entsprechend abbildet.

Ein Schwerpunkt der Projektidee ist die Kooperation und Vernetzung mit den unterschiedlichen Playern in den vorgenannten Fokusthemen, wie z. B. Kfz-Herstellern (OEMs), Hochschulen, Kfz-Betrieben, anderen Berufsbildungszentren usw. Zu diesem Zweck finden auch die unterschiedlichsten Veranstaltungen wie Werkstattabende, Tagungen und Konferenzen im KOMZET-e statt.

Technologietransfer bedeutet, institutionell den planvollen, zeitlich limitierten privatwirtschaftlich oder staatlich unterstützten Prozess der Diffusion oder Verbreitung von Technologie im Sinne ihrer wirtschaftlichen Nutzbarmachung für Dritte. Mit der Etablierung der Hamburger Ringvorträge, der Werkstatt-Experten-Symposien, der Werkstattabende usw. konnte dieser Technologietransfer in der Praxis umgesetzt werden. Geeignete Marketingmaßnahmen auf unterschiedlichen Kanälen von Print bis Web2.0 ergänzen diese Aktivitäten. Aber auch die Weitergabe von Prozessen, Verfahren und Erfahrungen, z. B. beim Einsatz von digitalen Medien bei der Prüfung

(Online-Prüfung), bei der Dokumentation (Elektronisches Berichtsheft) oder beim Lernen (E-Learning Plattformen) stellen einen Technologietransfer im eigentlichen Sinne dar. Hinzu kommen entsprechende Beratungsleistungen für die Kfz-Betriebe. Das KOMZET-e ist mittlerweile seit einem Jahr etabliert. Darüber hinaus werden aktuell viele neue Angebote und Veranstaltungen entwickelt. Im Jahr 2020 wird gemeinsam mit dem Haus der Technik eine internationale Tagung mit dem Titel Elektromobilität – Auswirkungen auf das Kfz-Gewerbe stattfinden.

### **EINSATZ VON E-LEARNING-PLATTFORMEN IN DER ÜBERBETRIEBLICHEN LEHRLINGSUNTERWEISUNG (ÜBL)**

Das Freischalten von sogenannten eigensicheren Hochvoltfahrzeugen (HV-Fahrzeuge) ist fester Bestandteil der betrieblichen, der überbetrieblichen und der berufsschulischen Ausbildung einer jeden Kfz-Mechatronikerin bzw. eines jeden Kfz-Mechatronikers. Dieser Vorgang ist bzgl. der Arbeitssicherheit in der DGUV Information 200-005 detailliert beschrieben und in geeigneter Weise fester Bestandteil der praktischen Gesellenprüfung. Um die Auszubildenden für das Arbeiten an HV-Fahrzeugen zu befähigen, bedarf es einer intensiven Ausbildung und Unterweisung sowie Festigung des Erlernten. Eine besonders ideale Unterweisungsmethode ist die Verknüpfung aus E-Learning-Anteilen und Arbeiten an realen Fahrzeugen. Bei der Kfz-Innung Hamburg kommt im sogenannten Kurs K4 der ÜBL als Stationsaufgabe deshalb ein modifizierter Toyota Prius Hybrid (vgl. Abbildung 1) des Lehrmittelherstellers Thepra zum Einsatz, der mit einem E-Learning-System des Anbieters Electude verknüpft ist. An dieser Station können vier Auszubildende an vier Notebooks mittels eines Selbstlernprogrammes das Fahrzeug und dessen Funktion kennenlernen sowie grundsätzliche Kenntnisse, z. B. zum Hybridantrieb, erwerben. Ferner werden die Auszubildenden mit dem Freischaltvorgang und den entsprechenden Hinweisen zur Arbeitssicherheit, wie bspw. der Nutzung der Sicherheitshandschuhe, vertraut gemacht. Im Mittelpunkt stehen dabei der Freischaltvorgang, die Überprüfung der Spannungsfreiheit und die Isolationsprüfung. Die Auszubildenden erlernen auch, wie HV-Fahrzeuge in der Werkstatt zu behandeln sind (z. B. Kennzeichnung und Absperrung) und dass der Freischaltvorgang zwingend nach den Werkstatt-Reparaturleitfäden zu erfolgen hat.

Der Toyota Prius ist vom Lehrmittelhersteller derart vorbereitet, dass die zu messenden Spannungen auf ein Zehntel reduziert sind, so dass sichergestellt ist, dass die Spannungen in diesem Lehrmittel stets unter 60 V DC respektive 30 V AC bleiben. Zusätzlich sind bei dem Fahrzeug die relevanten Bauteile leicht zugänglich und/oder transparent gestaltet. Im Vorfeld der Stationsaufgaben werden alle Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer als elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP) erstunterwiesen. Alle Auszubildenden bekommen im E-Learning-System individuelle personenbezogene Nutzungsdaten, so dass stets ein individueller Überblick über den Leistungsstand möglich ist. Bei der Kfz-Innung Hamburg wird dieses Gesamtsystem aus Fahrzeug und E-Learning-Plattform innerhalb des Kurses K4 für etwa einen halben Tag eingesetzt. Der Vorteil besteht darin, dass diese Stationsaufgabe von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern dadurch sehr selbstständig und sicher bearbeitet werden kann, während die Ausbilderinnen und Ausbilder sich in dieser Zeit der Betreuung anderer Lern-Stationen widmen können. Trotz einiger Abstraktionsgrade ist der Einsatz dieser Art Lehrmittel sehr praxisnah, eine Übertragung der erworbenen Kenntnisse auf „echte“ Fahrzeuge fällt den Auszubildenden dadurch sehr leicht.

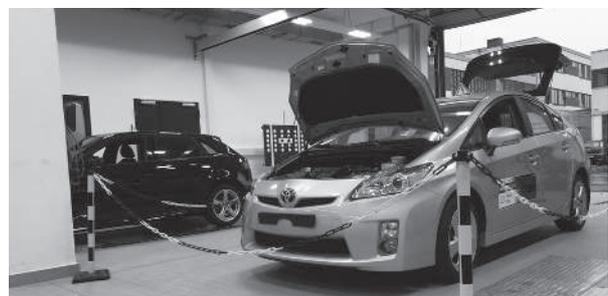


Abb. 1: Modifizierter Toyota Prius Hybrid im KOMZET-e

### **FAZIT UND AUSBLICK**

Erfahrungen der Kfz-Innung Hamburg mit den Auszubildenden zeigen, dass das elektronische Lernen und Prüfen der Lebenswirklichkeit (u. a. beim Nutzungsverhalten unterschiedlicher Devices) der jungen Menschen nahekommmt.

Bei elektronischen Prüfungen ist stets zu bedenken, dass originär schriftlich entwickelte Aufgaben nicht 1:1 in eine Online-Prüfung umgesetzt werden können. Die hamburgischen Gesellen-Prüfungsausschüsse im Kfz-Handwerk legen deshalb bei der Auswahl und Konzeption der Aufgaben großen Wert darauf, eine repräsentative Abfrage der relevanten Kenntnisse sicherzustellen. Nachdem diese Verfahren nunmehr

erfolgreich an unterschiedlichen Prüforten etabliert sind, wäre jetzt mit einer hinreichend großen Datengrundlage eine wissenschaftliche Evaluierung der eingesetzten digitalen Methoden für die Prüfungsausschüsse hilfreich, um weitere Sicherheit bzgl. der Durchführung zu erhalten.

Eine weitere große Herausforderung für die nahe Zukunft stellt eine „Synchronisation“ der Online-Prüfungen, des E-Learnings und evtl. des „Digitalen Berichtsheftes“ systemintegrativ, z. B. über geeignete Schnittstellen, dar.

## Entwicklung und Erprobung einer Schulung

### zur MRK-Sensibilisierung von Auszubildenden in der Automobilindustrie



LARS MÜLLER



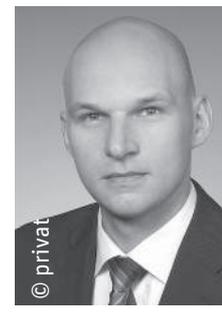
RICHARD KEPPLER



FELIX ERLER



KATHLEEN DELANG



STEFAN BRÄMER

Die Veränderungen in der Industrie haben nicht nur Auswirkungen auf Produktionsmethoden und Produkte, sondern auch auf unsere Arbeitswelt. Smarte Mensch-Roboter-Teams (Mensch-Roboter-Kollaborationen, MRK) kommen verstärkt in der agilen Produktion der Zukunft zum Einsatz, d. h. Mensch und Maschine arbeiten schutztaunlos zusammen in einem Arbeitsraum. Der Roboter nimmt dem Menschen körperlich anstrengende Arbeiten ab. Der Mensch steuert und überwacht die Produktion. Rahmenbedingung und Grundvoraussetzung für den Einsatz von MRK-Applikationen im Produktionsalltag ist eine gezielte Sensibilisierung und Qualifizierung der zukünftigen Fachkräfte bereits in ihrer beruflichen Ausbildung. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine im Rahmen des Projekts „QualiKoBot“ entwickelte, erprobte und evaluierte Qualifizierungsmaßnahme für Auszubildende zur kollaborativen Robotik.

### EINLEITUNG

Digitalisierung und Industrie 4.0 führen zu veränderten Qualifikationsanforderungen in der Industrie und in unterschiedlichen beruflichen Tätigkeitsfeldern. Eine Technologie ist die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK). Sie gilt als eine der Schlüsseltechnologien im Rahmen der Industrie 4.0 und steht für die direkte Zusammenarbeit von Menschen und Robotern ohne trennende Schutzeinrichtungen. Die Motivation der Industrie zum Einsatz von MRK-Systemen ist unter dem Ziel der Effizienz dreigeteilt – in Kosten, Qualität und Zeit (vgl. BECKERT ET AL. 2016, S. 40). Roboter werden demzufolge eingesetzt, wenn sie Kostenersparnisse gegenüber manueller Tätigkeit

erzielen, weniger Ausschuss und Nacharbeit produzieren und dabei geringere Takt- und Umrüstzeiten durch eine flexible Produktion gewährleisten. Bei kollaborierenden Robotern kommen für die fünf identifizierten Aufgabenarten „Informationsaustausch“, „Präzision“, „Entlastung“, „Transport“ und „Manipulation“ zusätzliche Vorteile einer direkten Interaktion zwischen den Bedienerinnen und Bedienern sowie der Maschine hinzu (vgl. DELANG ET AL. 2016, S. 165). Die MRK-Technologie hat u. a. durch die Ergonomie-Verbesserung einen positiven Einfluss auf die Erwerbstätigkeit älterer Beschäftigter, bspw. durch die Übernahme des Handlings schwerer Werkstücke. Ebenso übernehmen MRK-Roboter repetitive und zuführende Aufgaben im Produktionsprozess

(vgl. SCHÜTH/WEBER 2019, S. 5). Demnach werden Maschinen zu „Kollegen“ des Menschen, wodurch wiederum Herausforderungen auf verschiedenen Ebenen entstehen können. Demzufolge muss die Akzeptanz bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Auszubildenden frühzeitig gefördert werden (vgl. ebd., S. 4). Erste unternehmerische Projekte zur Sensibilisierung sich ändernder Arbeitsaufgaben laufen bereits in den Werkshallen. Neben dem nahe liegenden „Techno-Eindringen“ in die Privatsphäre, sind vor allem Überlastung, Ungewissheit, Unsicherheit und Komplexität der technischen Systeme zu berücksichtigen. Der gezielte Einsatz der Mensch-Roboter-Kollaboration in der Produktion ist in Hinblick auf die Schulung von Anlagenbedienerinnen und -bedienern sowie Instandhalterinnen und -halter bisher nicht umfassend beleuchtet worden (vgl. ebd., S. 3). Speziell didaktisch geschultes Personal sollte das Verstehen und Erlernen von MRK-Technologien ins Zentrum der Neuerung rücken.

Derzeit lassen sich zwei unterschiedliche Schwerpunkte für Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich MRK ausmachen. Zum einen sind es auf Implementierungstechnische Aspekte ausgelegte Weiterbildungen. Diese werden von externen Unternehmen angeboten und beschäftigen sich mit den allgemeinen Sicherheitskonzepten nach EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 sowie Sicherheitskonzepte für MRK-Systeme nach EN ISO 15066. Hauptaugenmerk liegt neben der Konzeptionierung des Sicherheitssystems der Anlage auf dem Aufbau des Arbeitsraumes, den Arten von Industrierobotern und einer Risikobewertung der MRK-Anlage (vgl. FRAUNHOFER ACADEMY 2019). Jedoch sind hierfür grundlegende Kenntnisse, wie u. a. die Gestaltung einer praxisnahen Lernumgebung oder die Grundlagen der MRK-Technologie betreffend, vorausgesetzt. Zielgruppe für diese Qualifizierungsmaßnahmen sind Fabrikplanerinnen und -planer sowie Ingenieurinnen und Ingenieure.

Zum anderen bieten Roboterhersteller Qualifizierungsmaßnahmen für den Betrieb ihrer Robotertechnik an. Die Inhalte beziehen sich innerhalb der Schulungen auf den Roboter vom Hersteller sowie seine Nutzeroberfläche, die Programmierung, die Optimierung und die Sicherheitseinstellungen. Hersteller bieten darüber hinaus weiterführende Schulungen zu ihren Robotern an, wie u. a. Instandhaltung und Wartung des Roboters (vgl. URA 2018). Hier sind Instandhalterinnen und -halter die Zielgruppe.

An den genannten Qualifizierungsmaßnahmen ist kritisch anzumerken, dass Roboter zwar als Hilfsmit-

tel gesehen, jedoch nicht systemisch im Sinne einer Kollaboration – sozusagen als Kollege – betrachtet werden. Explizit ist herauszustellen, dass grundlegende Wissensbereiche wie u. a. psychologische Fragestellungen der Zusammenarbeit von Menschen und Robotern, die Vor- und Nachteile von MRK-Anlagen bzgl. schwerer und/oder repetitiver Arbeit sowie MRK-Systeme als nützliche Werkzeuge der Werkerinnen und Werker nur bedingt thematisiert werden. Somit geht aus diesen Schulungen nicht hervor, wie die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den MRK-Roboter kennenlernen können und die Akzeptanz gegenüber der Technologie verbessert wird.

Besonders Auszubildende der Metall- und Elektrobezweige sollten frühzeitig für die Thematik MRK und bzgl. ihrer Akzeptanz gegenüber dieser Technologie sensibilisiert werden. Zusatzqualifikationen bieten eine Möglichkeit, dieser Herausforderung zu begegnen, da diese dynamisch an die Anforderungen der Industrie angepasst und flexibel in die duale Berufsausbildung eingegliedert werden können. Gerade zukünftige Anlagenbedienerinnen und -bediener sowie Instandhalterinnen und -halter, die sich derzeit in der Ausbildung zum/zur Mechatroniker/-in oder Industriemechaniker/-in befinden, können durch den Erwerb von Zusatzqualifikationen in ihrer Ausbildung den gestiegenen Anforderungen einer dynamischen Arbeitswelt begegnen (vgl. BIBB 2014). Zusammenfassend sollte das Ziel der Zusatzqualifikation einerseits die Sensibilisierung der Auszubildenden fokussieren und andererseits eine Schulung für den sicheren MRK-Einsatz beinhalten (vgl. SCHÜTH/WEBER 2019, 3 f.).

## **MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION (MRK)**

Industrieroboter sind „[...] universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei (d.h. ohne mechanischen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen [...]“ (VDI 2860 1990). Jegliche mechanische Gefährdung des Menschen, die durch Quetschen, Scheren, Schneiden und Erfassen (vgl. DIN/EN/ISO 10218-2 2012) von Körperteilen erfolgen kann, gilt es durch Vorsehen von Schutzmaßnahmen zu vermeiden. Klassische Schwerlastindustrieroboter werden bisher fast immer mit trennenden Schutzeinrichtungen,

u. a. Schutzzäunen umhüllt, um diese Gefährdungen des Menschen auszuschließen (VDI 2854 1991, S. 5).

Im Gegensatz dazu steht die Mensch-Roboter-Kollaboration für die direkte räumliche und zeitliche Zusammenarbeit von Mensch und Roboter ohne trennende Schutteinrichtung (vgl. OTTO/ZUNKE 2015). Die Tätigkeiten von Mensch und Roboter werden auf einem Arbeitsplatz zusammengeführt, wodurch die strikte Trennung zwischen manueller und automatisierter Arbeit aufgehoben wird. Die Bereiche von Roboter und Mensch überlappen sich zu einem gemeinsamen Arbeitsraum, wobei unterschiedliche Zusammenarbeitsgrade differenziert werden (vgl. Abb. 1). Die Berührung von Mensch und Roboter ist dabei möglich und teilweise arbeitsbedingt erforderlich (WEBER 2017, S. 1 f.).

Abb. 1: Zusammenarbeitsgrade Mensch/Roboter (vgl. BAUER ET AL. 2016, S. 9)

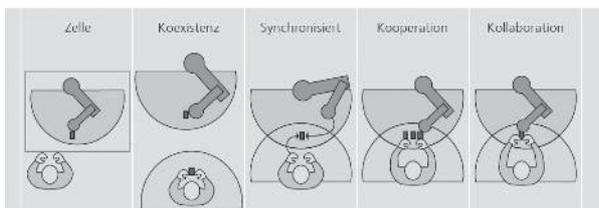


Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der einzelnen Interaktionsstufen.

Ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche, nachhaltige und effiziente Nutzung der Technologie ist die Akzeptanz (vgl. WEBER 2017, S. 3). Durch eine positive Grundeinstellung der Menschen, welche täglich mit dem Roboter zusammenarbeiten, können angestrebte Ziele von Unternehmen, wie z. B. verbesserte Ergonomie, gesteigerter Output oder die Verbesserung der Produktqualität erreicht werden. Um die notwendige Akzeptanz bei den Mitarbeiterinnen

und Mitarbeitern zu schaffen, sollte einerseits ein Verständnis für den Mehrwert durch den Roboter-einsatz bei ihnen geschaffen und bestehende Ängste sollten thematisiert werden (vgl. KOTHGASSNER ET AL. 2012, S. 13 ff.; vgl. LOUHO ET AL. 2006, S. 16). Ängste können in Bezug auf die komplexe Bedienung ebenso bestehen wie der Robotereinsatz mit der Angst vor Unfällen oder Jobverlust einhergeht. Durch die Schaffung von Verständnis des Sicherheitssystems und der Wirkzusammenhänge von Sensorik und Roboterverhalten können diese reduziert werden.

Daher wurde ein Kompetenzradar (vgl. Abb. 2) entwickelt, dessen Prämisse es ist, Akzeptanz von MRK zu schaffen, indem der helfende Leichtbauroboter systemisch und ganzheitlich vorgestellt wird. Dieser beinhaltet die Wissensbereiche „Ergonomie“, „Wirtschaftlichkeit“, „Sicherheit“ und „Technik“.

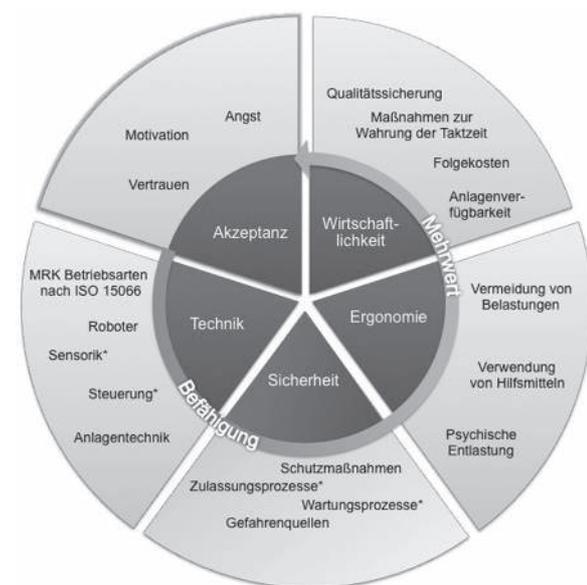


Abb. 2: MRK-Kompetenzradar

Interaktionsstufen	Beschreibung
Zelle	Kein echtes Kooperationsszenario, da ein klassischer Schutzzaunbetrieb vorherrscht.
Koexistenz	Bei der Koexistenz arbeiten Mensch und schutzzaunloser Roboter nebeneinander, haben aber keinen gemeinsamen Arbeitsraum. Daraus folgt, dass bei dieser Form der Arbeit ein höherer Flächenbedarf nötig ist und ein Zwischenlager eingeführt werden muss. Ebenso entstehen unproduktive Nebenzeiten.
Synchronisiert	Der Arbeitsablauf ist so gestaltet, dass der Mensch und der Roboter zwar einen gemeinsamen Arbeitsraum haben, aber der vorgesehene Ablauf immer nur einen Interaktionspartner im Arbeitsraum vorsieht. Dies führt ebenfalls zu unproduktiven Nebenzeiten und langen Wartezeiten. Auf Grund der Nähe zur Kooperation findet die Mensch-Roboter-Synchronisation in der Industrie kaum Anwendung.
Kooperation	Die Mensch-Roboter-Kooperation wird in der Literatur auch häufig als MRK bezeichnet, da sie die erste Interaktionsform darstellt. Bei der Kooperation können beide Interaktionspartner gleichzeitig im gemeinsamen Arbeitsraum Aufgaben erledigen, jedoch arbeiten sie nicht gleichzeitig am selben Produkt. Diese Interaktion führt ebenfalls zu längeren Wartezeiten und zu statischen Zonen, in denen nicht gearbeitet werden kann.
Kollaboration	Die Mensch-Roboter-Kollaboration wird ebenfalls als MRK bezeichnet. Bei ihr findet eine gemeinsame Arbeitsaufgabe gleichzeitig am selben Produkt statt. Die negativen Aspekte der Kollaboration sind die komplizierten Zulassungsprozesse, die zusätzliche Sicherheitssensorik und die aufwändige Taskplanung bei der Interaktion.

Tab. 1: Zusammenarbeitsgrade von Mensch und Roboter (vgl. BAUER ET AL. 2016, S. 9 f.)

Technische/technologische Vorkehrungen stellen sicher, dass der Roboter dem Menschen keine Schmerzen zufügt. Gängige Maßnahmen sind z. B. die Kraft- und Leistungsbegrenzung des Roboters auf ein nicht mehr gefährdendes Maß, die Reduzierung der Robotergeschwindigkeit während einer Interaktion mit dem Menschen oder die Verwendung sensitiver Manipulatoren oder einer zusätzlichen Roboterhaut. Diese für die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter geeigneten Anbauteile sind so konstruiert, dass z. B. keine scharfen Kanten daran zu finden sind, was die im Kollisionsfall auftretende Flächenpressung reduziert. Zusätzlich können weiche Außenmaterialien verwendet und Sensorik verbaut werden, die durch kapazitative Widerstände Berührungen mit menschlicher Haut erkennen und den Roboter stoppen lassen. Durch permanente Überprüfung der benötigten Motorströme werden auftretende Unregelmäßigkeiten erkannt und ein Sicherheitsstopp eingeleitet.

Zusammenfassend charakterisiert MRK eine aussichtsreiche Möglichkeit, die klassischen Stärken von Produktionsmitarbeiterinnen und -mitarbeitern mit den Vorteilen eines Roboters zu kombinieren. Um an dieser Stelle die von der MRK gebotenen Möglichkeiten optimal nutzen zu können, muss bekannt sein, über welche Fähigkeiten die beteiligten Parteien verfügen. Eine Übersicht über die wichtigsten Vor- und Nachteile von Mensch und Roboter ist in der Tab. 2 visualisiert.

**MRK-SENSIBILISIERUNG VON AUSZUBILDENDEN IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE**

Die MRK-Technologie in Verbindung mit der digitalen Revolution im Rahmen der Industrie 4.0 verändern zukünftige Arbeitsplätze, so dass diese bereits in der

	Mensch	Roboter
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urteilsbildung</li> <li>- Teile lokalisieren, sehen und fühlen</li> <li>- Reagieren</li> <li>- Tätigkeiten wechseln</li> <li>- Überblick über mehrere Anlagen</li> <li>- Keine Instandhaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsparung von Personalkosten</li> <li>- Prozessgenauigkeit → Qualität ↑</li> <li>- Taktzeit → Quantität ↑</li> <li>- Effizienter</li> <li>- Komplexere Prozesse</li> <li>- Muss nicht ergonomisch arbeiten</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unzuverlässig</li> <li>- Personalkosten</li> <li>- Fehlzeiten (Urlaub/Krankheit)</li> <li>- Handhabung schwerer Bauteile</li> <li>- Beschränkte physische und psychische Belastbarkeit</li> <li>- Inhomogenes Arbeitsergebnis</li> <li>- Arbeitsplatzgestaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingeschränkte Bewegung</li> <li>- Platzangebot</li> <li>- Hohe Investitionen</li> <li>- Programmierung und Fehlerbehebung</li> <li>- Braucht regelmäßige Wartung</li> <li>- Verfügbarkeit</li> </ul>

Tab. 2: Mensch vs. Roboter (vgl. MÜLLER ET AL. 2019, S. 326 ff.; BENG- LER 2012, S. 21 FF.; BAUER ET AL. 2016, S. 24)

beruflichen Ausbildung Betrachtung finden müssen, um den neuen betrieblichen Anforderungen am Arbeitsmarkt gerecht zu werden (vgl. ANDELFINGER/ HÄNISCH 2017, S. 242).

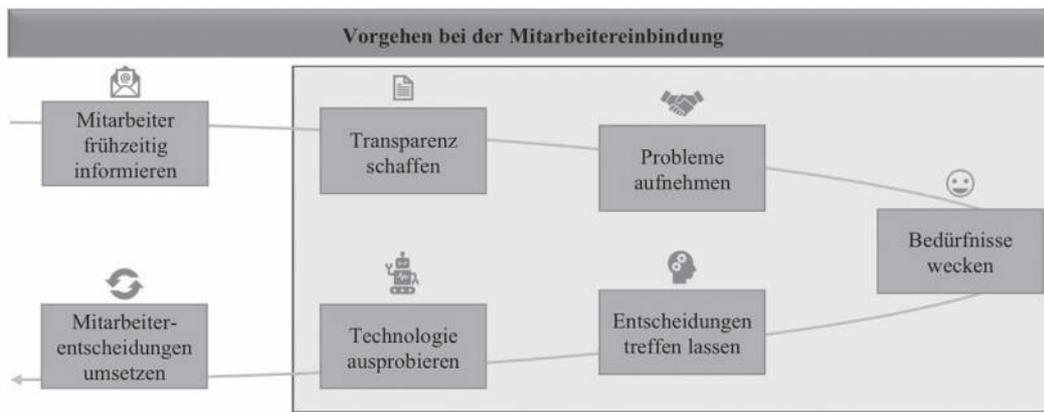
Aufbauend auf einer Analyse der beiden Ausbildungsberufe Industriemechaniker/-in und Mechatroniker/-in bei einem Automobilhersteller (vgl. Tab. 3) in Verbindung mit den Anforderungen der MRK-Technologie wurden zu schulende Kompetenzen eruiert. Ausgehend von dieser Analyse wurde, orientiert am Prinzip der Handlungsorientierung, ein betriebliches Schulungskonzept ausgearbeitet.

Mechatroniker/-in	Industriemechaniker/-in
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung, Einstellung, Bedienung, Instandhaltung und Programmierung von mechatronischen Systemen innerhalb der Automobilfertigung</li> <li>- Montage und Demontage von Maschinen, Systemen und Anlagen im Bereich der Produktion</li> <li>- Aufbau und Prüfung von elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Steuerungen im Automobilfertigungsprozess</li> <li>- Installation von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen im Bereich der Produktion</li> <li>- Erlernen von Grundlagen der Automatisierungstechnik in der Produktionsorganisation</li> <li>- Einsatz in der automatisierten Fertigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Techniken des Trennens und Umformens</li> <li>- Maschinelles Spanen mit hoher Maßgenauigkeit</li> <li>- Wartung und Instandsetzung von Geräten/Komponenten innerhalb der Automobilfertigung</li> <li>- Programmierung numerisch gesteuerter Maschinen</li> <li>- Aufbau und Prüfung von elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Steuerungen im Automobilfertigungsprozess</li> <li>- Planung und Steuerung von Arbeitsabläufen, Kontrolle und Beurteilung der Arbeitsergebnisse</li> <li>- Kombinierte Anwendung von Fertigungsverfahren</li> <li>- Einsatz in der automatisierten Fertigung</li> </ul>

Tab. 3: Aufgaben in den Ausbildungsberufen „Mechatroniker/-in“ und „Industriemechaniker/-in“

Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter ist das Vorgehen bei der Einbindung der Auszubildenden (Einführungsstrategie) im Rahmen der betrieblichen Qualifizierung (vgl. Abb. 3, nächste Seite) ausschlaggebend (vgl. MÜLLER ET AL. 2019, S. 357).

Das Konzept der betrieblichen Qualifizierungsmaßnahme sieht einen modularisierten Aufbau der Zusatzqualifizierungsmaßnahme vor. In Abbildung 4 werden die Module, das Modell mit dem niedrigen Einstiegsniveau und das methodische Vorgehen dargestellt. Die Module unterteilen sich in die Themenbereiche „Einführung“, „Grundlagen“, „Technik“, „Sicherheit“ und „Technologie“. Die Themenkomplexe, die in der eintägigen Qualifizierungsmaßnahme nicht behandelt wurden, sind rot markiert, da diese bereits im Vorfeld durch den Automobilhersteller im Rahmen einer Schulung



WEBER 2019, S. 4). Gerade für Auszubildende, die sich in der Ausbildung zum/zur

Abb. 3: MRK-Einführungsstrategie (MÜLLER ET AL. 2019, S. 357)

im Bereich „Steuern und Programmieren von Industrierobotern“ behandelt wurden. Ebenso unterscheiden sich die beiden Konzepte vom Zeitaufwand. Das Modell mit dem niedrigen Einstiegsniveau hat einen Zeitrictwert von zwölf Stunden und das mit dem hohen Niveau von acht Stunden. Die Verlaufspläne für beide Komplexitätsniveaus beinhalten detaillierte Zeitrictwerte, die Themengebiete, den didaktisch-methodischen Aufbau sowie die auszubildenden beruflichen Handlungskompetenzen und die eingesetzten Medien.

Die vorgestellte Qualifizierungsmaßnahme wurde bisher mit 24 Auszubildenden der Berufe „Industriemechaniker/-in“ und „Mechatroniker/-in“ eines Automobilherstellers erprobt und wird gerade auf die Adaption auf andere Ausbildungsberufe (z. B. „Maschinen- und Anlagenführer-in“) sowie andere Beschäftigungsgruppen evaluiert. Hierzu wird aktuell eine Bewertung der Qualifizierungsmaßnahme im betrieblichen Umfeld des Automobilherstellers bzgl. Der definierten Einflussfaktoren auf die Akzeptanz neuer Technologien (Neugierde, Interesse, Technologieängstlichkeit, Technologieskepsis, Benutzerfreundlichkeit, Nützlichkeit) mittels eines standardisierten Erhebungsinstruments durchgeführt (vgl. KOTHGASSNER 2012, S. 13 ff.).

**FAZIT UND AUSBLICK**

Der Einsatz kollaborierender Robotersysteme wird im Rahmen der Industrie 4.0 und der fortschreitenden digitalen Transformation stetig an Bedeutung gewinnen (vgl. SCHÜTH/

„Mechatroniker/-in“ und „Industriemechaniker/-in“ befinden, ergeben sich, durch die fortschreitende Einführung von MRK-Systemen und die frühzeitige Schulung notwendiger Kompetenzen, neue Perspektiven, einen zukunftsfähigen Arbeitsplatz als Anlagenbedienerinnen und -bediener oder Instandhalterinnen und -halter nach der Ausbildung zu erhalten. Das Konzept der skizzierten betrieblichen Qualifizierungsmaßnahme ist kurzzyklisch, dynamisch und modularisiert aufgebaut und lässt sich somit an spezifische Bedarfe und Zielgruppen anpassen. Dabei wurden zwei Komplexitätsniveaus für eine erfolgreiche Implementierung von MRK-Systemen entwickelt. Die Qualifizierung mit hohem Einstiegsniveau setzt die Grundlagen der Robotertechnik und

Module	Modell mit niedrigem Einstiegsniveau	Methodisches Vorgehen
Einführung	Begrüßung, Kurzvorstellung,	
Grundlagen	MRK-Technologie, Vor- und Nachteile, Zukunftsbedeutung	Fragen-entwickelnde Methode, Brainstorming, Rollenspiel
Technik	Anlagentechnik, Steuerung, Wartungsprozesse	Fragen-entwickelnde Methode, Planspiel → Blitzlicht
Sicherheit	Biomechanik, Schutzmaßnahmen	Mind-Map, Fragen-entwickelnde Methode
Technologie	Onlinesimulation, Bedienungsaufgaben	Simulationsspiel, Programmieraufgaben
Teilnahmebescheinigung		
Dauer	2 Tage (1 Tag)	

Abb. 4: Inhalte und modularisierter Aufbau

der Programmierung von Robotern voraus und dauert einen Arbeitstag. Beim niedrigen Einstiegsniveau hingegen besteht nur die Voraussetzung, dass die Auszubildenden sich im zweiten Ausbildungsjahr befinden und schon einige Erfahrungen an unterschiedlichen Stationen im Werk sammeln konnten. Beide Niveaus wurden transparent für das Unternehmen anhand der lernzielorientierten Didaktik beschrieben und die Themenkomplexe mit Hilfe des Modells der Handlungsorientierung ausgearbeitet.

Zusammenfassend liefert die entwickelte Qualifizierungsmaßnahme ein grundlegendes Fundament, welches inhaltlich an die Bedarfe des Automobilherstellers angepasst ist. So kann sie als Grundlage für die Aus- und Weiterbildung von Auszubildenden und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus anderen Fachbereichen dienen. Der modularisierte Aufbau ist dahingehend an heterogene Zielgruppen adaptierbar. Darüber hinaus können in der Testumgebung Aufstiegsfortbildungen und direkte Einarbeitungen für Anlagenbedienerinnen und -bediener sowie Instandhalterinnen und -halter durchgeführt werden. Es ist ebenso möglich, einen Bedienungsaufgabenkatalog anzufertigen und die Lernenden nach der Maßnahme selbstständig diese Aufgaben erfüllen zu lassen, um weitere Programmierkenntnisse aufzubauen. Mit Blick in die Zukunft werden neue Anlagenkonzepte auf Unternehmen zukommen. Die Forschung konzentriert sich derzeit auf den Komplex schutzzaunloser Schwerlastrobotik sowie Gestik- und Mimiksteuerung von Robotern. Ein erster Schritt in diese Richtung kann die vorgestellte Qualifizierungsmaßnahme zur Sensibilisierung von Auszubildenden sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Bereich der Mensch-Roboter-Kollaboration sein.

### Literaturverzeichnis

- ANDELFINGER, V. P./HÄNISCH, T. (2017): Industrie 4.0 – Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern. Wiesbaden
- BADER, R./MÜLLER, M. (2002): Leitziel der Berufsbildung: Handlungskompetenz. Anregungen zur Ausdifferenzierung des Begriffs. In: Die berufsbildende Schule, S. 176–182
- BAUER, W./BENDER, M./BRAUN, M./RALLY, P./SCHOLTZ, O. (2016): Leichtbauroboter in der manuellen Montage – Einfach Einfach Anfangen. Stuttgart
- BECKERT, B./BUSCHAK, D./GRAF, B./HÄGELE, M./JÄGER, A./MOLL, C./SCHMOCH, U./WYDRA, S. (2016): Automatisierung und Robotik-Systeme. In: EFI, EXPERTENKOMMISSION FORSCHUNG UND INNOVATION (Hrsg.): Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 11-2016. Karlsruhe
- BENGLER, K. (2012): Der Mensch und sein Roboter – von der Assistenz zur Kooperation. München
- BIBB, BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (2014): AusbildungPlus. In Zahlen Trends und Analysen 2013. Online: [www.bibb.de/dokumente/pdf/AusbildungPlus\\_in\\_Zahlen\\_2013.pdf](http://www.bibb.de/dokumente/pdf/AusbildungPlus_in_Zahlen_2013.pdf). Bonn. (Zugriff am 24.05.2019)
- BÜNNING, F./BRÄMER, S./KRUMBACH, J./KÖNIG, H./LEHMANN, J./MARTSCH, M./RÖHMING, M. (2018): Technikunterricht mit CoSiTo – situiert – multimedial – schülerzentriert. Bielefeld
- DELANG, K./L WINKLER, L./BDIWI, M./BREITFELD, M./PUTZ, M. (2016): Bedarfsgerechte Industrieanwendungen kollaborierender Mensch-Roboter-Systeme in Produktionsprozessen. In: Zweite transdisziplinäre Konferenz zum Thema „Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen“. Hamburg, S. 163–172
- DIN/EN/ISO 10218-2 (2012): Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Robotersysteme und Integration (ISO 10218-2:2011). Berlin
- DIN/ISO 15066 (2017): Roboter und Robotikgeräte – Kollaborierende Roboter. Berlin.
- FRAUNHOFER ACADEMY (2019): Mensch-Roboter-Kollaboration. Fallstricke der Anlagenplanung vermeiden. Online: [www.academy.fraunhofer.de/de/weiterbildung/logistikproduktion/mensch-roboter-kollaboration-von-a-bis-z-fallstricke-der-anlage.html](http://www.academy.fraunhofer.de/de/weiterbildung/logistikproduktion/mensch-roboter-kollaboration-von-a-bis-z-fallstricke-der-anlage.html) (Zugriff am 05.06.2019)
- KOTHGASSNER, O., D./FELNHOFER, A./HAUK, N./KASTENHOFER, E./GOMM, J./KRYSPIN-EXNER, I. (2012): Technology Usage Inventory (TUI): Fragebogen und Manual. Wien: Icarus
- LOUHO, R./KALLIOJA, M./OITTINEN, P. (2006): Factors affecting the use of hybrid media applications. Bd. 35. Graphic Arts in Finland
- MÖLLER, C. (1974): Praxis der Lernplanung. Weinheim
- MÜLLER, R./FRANKE, J./HENRICH, D./KUHNENKÖTTER, B./RAATZ, A./VERL, A. (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration. München
- OTTO, M./ZUNKE, R. (2015): Einsatzmöglichkeiten von Mensch-Roboter-Kooperationen und sensitiven Automatisierungslösungen: Zukunft der Arbeit – die neuen Roboter kommen. Online: [www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03\\_2015-11-25\\_IG-Metall\\_Robotik-Fachtagung.OttoZunke.pdf](http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03_2015-11-25_IG-Metall_Robotik-Fachtagung.OttoZunke.pdf). (Zugriff am 07.06.2019)
- SCHÜTH, N. J./WEBER, M.-A. (2019): Qualifizierung von Beschäftigten im Rahmen der Mensch-Roboter-Kollaboration. In: GFA, GESELLSCHAFT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT E.V. (Hrsg.): Arbeit interdisziplinär analysieren - bewerten – gestalten. Tagungsband 65. GFA-Frühjahrskongress. Dortmund

URA, UNIVERSAL ROBOTS ACADEMY (2018): Schulungsprogramm. Online: [www.universal-robots.com/media/1804260/ur-we-schulungsprogramm-2019.pdf](http://www.universal-robots.com/media/1804260/ur-we-schulungsprogramm-2019.pdf) (Zugriff am 05.06.2019)

VDI-RICHTLINIE 2854 (1991): Sicherheitstechnische Anforderungen an automatisierte Fertigungssysteme. Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2860 (1991): Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole. Düsseldorf

WEBER, M.-A. (2017): Mensch-Roboter-Kollaboration. In: IFAA, INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ARBEITSWISSENSCHAFT E.V. (Hrsg.): Zahlen, Daten, Fakten. Online: [www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/Downloads/Angebote\\_und\\_Produkte/Zahlen\\_Daten\\_Fakten/ifaa\\_Zahlen\\_Daten\\_Fakten\\_MRK.pdf](http://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/Downloads/Angebote_und_Produkte/Zahlen_Daten_Fakten/ifaa_Zahlen_Daten_Fakten_MRK.pdf) (Zugriff am 13.05.2019). Düsseldorf

## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

### **BRÄMER, STEFAN**

Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
E-Mail: [stefan.braemer@ovgu.de](mailto:stefan.braemer@ovgu.de)

### **DELANG, KATHLEEN,**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz,  
E-Mail: [kathleen.delang@iwu.fraunhofer.de](mailto:kathleen.delang@iwu.fraunhofer.de)

### **ERLER, FELIX**

Dr., Automobilexperte, Automotive Cluster Ostdeutschland GmbH, Leipzig,  
E-Mail: [felix.erler@acod.de](mailto:felix.erler@acod.de)

### **GOTTSCHALK, DANIEL**

StR, Dr.-Ing., BBS Burgdorf,  
E-Mail: [daniel.gottschalk@bbs-burgdorf.de](mailto:daniel.gottschalk@bbs-burgdorf.de)

### **KARGES, TORBEN**

Dr., Dipl.-Berufspäd., Vertretungsprofessor für die Fachdidaktik der beruflichen Fachrichtungen Metall-, Elektro-, Informations-, Fahrzeug- und Medientechnik, TU Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre,  
E-Mail: [torben.karges@tu-berlin.de](mailto:torben.karges@tu-berlin.de)

### **KEPPLER, RICHARD,**

Master-Student Lehramt Allgemeinbildende Schulen (Fachrichtung Technik), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
E-Mail: [richard.keppler@ovgu.de](mailto:richard.keppler@ovgu.de)

### **MÜLLER, LARS,**

Master-Student Lehramt Berufsbildende Schulen (Fachrichtung Elektrotechnik), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
E-Mail: [lars.mueller@ovgu.de](mailto:lars.mueller@ovgu.de)

### **RICHTER, TIM**

StR, M. Ed., BBS Burgdorf,  
E-Mail: [tim.richter@bbs-burgdorf.de](mailto:tim.richter@bbs-burgdorf.de)

### **SCHÄFER, MARKUS**

Dr., Fachbereichsleiter Kfz-Technik, Höne Berufskolleg Menden,  
E-Mail: [markus.schaefer@kfz4me.de](mailto:markus.schaefer@kfz4me.de)

### **ULLRICH, PETER W.,**

Dipl.-Ing. (FH) VDI, Abteilungsleiter Berufsbildung und Technik, Innung des Kfz-Handwerks Hamburg,  
E-Mail: [p.ullrich@kfz-hh.de](mailto:p.ullrich@kfz-hh.de)

# Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

[www.lernenundlehren.de](http://www.lernenundlehren.de)

Herausgeber

Axel Grimm (Flensburg), Volkmar Herkner (Flensburg), Klaus Jenewein (Magdeburg), Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Thomas Berben (Hamburg), Ralph Dreher (Siegen), Peter Hoffmann (Dillingen), Claudia Kalisch (Rostock), Andreas Lindner (München), Tamara Riehle (Siegen), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Nikolaus Steffen (Freiburg), Thomas Vollmer (Hamburg), Lars Windelband (Schwäbisch-Gmünd)

Heftbetreuer: Torben Karges/Tim Richter

Titelbild: AdobeStock

Schriftleitung (V. i. S. d. P.)

lernen & lehren

**c/o StD Dr. Michael  
Tärre**

Rehbockstr. 7  
30167 Hannover  
[taerre\\_michael@hotmail.com](mailto:taerre_michael@hotmail.com)

**c/o Dr. Britta  
Schlömer**

BBS Ammerland  
Elmendorfer Str. 59  
26160 Bad Zwischenahn  
[britta.schloemer@freenet.de](mailto:britta.schloemer@freenet.de)

**c/o Dr. Torben Karges**

Europa-Universität Flensburg  
Berufsbildungsinstitut Arbeit  
und Technik (biat)  
Auf dem Campus 1  
24943 Flensburg  
[torben.karges@uni-flensburg.de](mailto:torben.karges@uni-flensburg.de)

**c/o StR Tim Richter**

Nordstr. 6  
31515 Wunstorf  
[tim.richter82@web.de](mailto:tim.richter82@web.de)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. Theorie-Beiträge des Schwerpunktes werden einem Review-Verfahren ausgesetzt.

Im Sinne einer besseren Lesbarkeit werden mitunter nicht immer geschlechtsneutrale Personenbezeichnungen genutzt, obgleich weibliche und männliche Personen gleichermaßen gemeint sein sollen.

Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Roco Druck GmbH, Neuer Weg 48a, 38302 Wolfenbüttel, Telefon: (0 53 31) 97 01-0

Als Mitglied einer BAG wenden Sie sich bei Vertriebsfragen (z. B. Adressänderungen) bitte stets an die Geschäftsstelle, alle anderen wenden sich bitte direkt an den Verlag.

Geschäftsstelle der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik

c/o ITB – Institut Technik und Bildung der Universität Bremen, Am Fallturm 1 – 28359 Bremen  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

**BAG**

[WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE](http://WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE)  
[KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE](mailto:KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE)