

Digital unterstütztes arbeitsplatznahes Lernen in der Automobilindustrie: Hochvolttechnik hochspannend ausbilden

von Matthias Kohl und Linda Müller (Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb))

Automobilindustrie • Blended Learning • Digitalisierung • Elektromobilität • Hochvolttechnik • Hybrid-Lernkonzept • Kfz-Mechatroniker/in

Schlagworte

Die aktuell zunehmende Digitalisierung und Vernetzung der Produkte und Produktionsprozesse sowie die Elektrifizierung des Antriebsstrangs (Elektromobilität) führen zu veränderten Anforderungen in der Automobilbranche. Digital unterstütztes Lernen am Arbeitsplatz gewinnt hierbei aufgrund von Realitätsbezug, Arbeitsprozessnähe und nicht zuletzt guter Simulierbarkeit abstrakter, nicht haptisch erfahrbarer Lerninhalte (z. B. Hochvolttechnik) an Bedeutung. Der Beitrag stellt ein ortsunabhängig und arbeitsplatznah einsetzbares digitales Lernkonzept zur Hochvolttechnik vor, das Auszubildende in der Automobilindustrie und in Berufsschulen auf die Anforderungen der Elektromobilität vorbereitet. Neben den konzeptionellen Grundlagen und didaktischen Prinzipien werden anhand eines Fallbeispiels die Integration in den Ausbildungsverlauf gezeigt.

Überblick

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Digital unterstütztes arbeitsplatznahes Lernen als Antwort auf veränderte Anforderungen in der Automobilindustrie durch Elektromobilität und Industrie 4.0 | 2 |
| 2 | Umsetzung digital gestützter Qualifizierung am Beispiel des neuen Ausbildungsschwerpunkts Hochvolttechnik im Beruf Kfz-Mechatroniker/in | 4 |
| 2.1 | Das Hybrid-Lernkonzept | 4 |
| 2.2 | Didaktische Prinzipien | 8 |
| 2.3 | Ablauf des Lernprozesses im Ausbildungsverlauf | 11 |
| 2.4 | Fallbeispiel: Praktisches Arbeiten am Hochvoltfahrzeug – Erlernen der notwendigen Handlungsschritte zur Außerbetriebnahme | 13 |
| 3 | Ergebnisse und Ausblick | 17 |
| | Literaturhinweise | 18 |

1 Digital unterstütztes arbeitsplatznahes Lernen als Antwort auf veränderte Anforderungen in der Automobilindustrie durch Elektromobilität und Industrie 4.0

Aufwertung des Lernens in der Arbeit

Lernen im Kontext von Arbeit ist, historisch gesehen, eine klassische Form beruflicher Qualifizierung – erfolgte berufliches Lernen doch in der vorindustriellen Gesellschaft in ständischen Handwerken vorrangig in Form der klassischen Beistelllehre, in der Arbeiten und Lernen nach dem Imitatio-Prinzip eng miteinander gekoppelt waren. Nachdem Lern- und Arbeitsprozesse im Zuge der industriellen Revolution und der zunehmend wissenschaftlichen Betriebsführung (Taylorisierung der Arbeitswelt) mit Beginn der industriellen Berufsausbildung Ende des 19. Jahrhunderts bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts hinein zunehmend entkoppelt und vom Arbeitsplatz weg in (Aus-)Bildungseinrichtungen bzw. -abteilungen verlagert wurden, hat der immer schnellere gesellschaftliche, ökonomische und technologische Wandel wieder zu einer Aufwertung des Lernens in der Arbeit geführt. Arbeitsumgebungen als Lernort sind jedoch primär betriebswirtschaftlichen Logiken unterworfen (vgl. ARNOLD 1997, S. 25) und nur selten unter pädagogischen Gesichtspunkten gestaltet, weshalb didaktisch-methodisch geplante Strukturen, eine angemessene Lernunterstützung und nicht zuletzt angemessene Zeitkontingente notwendig sind, um Lernen am Arbeitsplatz und im Arbeitsprozess zu ermöglichen. Solchermaßen arbeitsplatznah gestaltete Lernarrangements bieten im Vergleich zu seminaristischem Lernen die Chance, sich individuell und bedarfsorientiert mit neuen betrieblichen Herausforderungen und Arbeitsaufgaben in realen Arbeitssituationen auseinanderzusetzen und dabei nicht nur fachliche Aspekte, sondern auch den arbeitsorganisatorischen und sozialen Kontext des Arbeitens in die Lernprozesse zu integrieren. Der Aufbau der umfassenden beruflichen Handlungsfähigkeit – als zentrales Ziel der beruflichen Aus- und Weiterbildung – wird damit gefördert.

Innovationstreiber in der Automobilbranche

Insbesondere in innovationsstarken Branchen ist ein kontinuierlicher und bedarfsorientierter Umgang mit wachsenden Herausforderungen und Komplexitäten am Arbeitsplatz und damit die Entwicklung einer umfassenden Handlungskompetenz bei den Beschäftigten von großer Relevanz. Ein Beispiel hierfür ist die Automobilbranche, die aktuell aufgrund der Innovationstreiber, wie Elektromobilität und Digitalisierung, und der damit verbundenen gesellschaftlichen und technologischen Anforderungen einem erhöhten Veränderungsdruck unterliegt:

- Die Elektrifizierung des Antriebsstranges bringt gegenüber dem konventionellen Fahrzeug eine deutliche Veränderung der Fahrzeugarchitektur mit sich. Beschäftigte, die berufliche Tätigkeiten im Lebenszyklus eines elektrisch betriebenen Fahrzeuges übernehmen (von Forschung und Entwicklung über Produktion, Service, Rettungsdienst bis hin zum Recycling), sind mit veränderten Aufgaben und Arbeitsanforderungen konfrontiert.
- Die Integration der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie temporäre Vernetzung und Datenaustausch von intelligenten Systemen prägen die Fahrzeuge der Zukunft bzw. die automobilen Produktionsumgebung von morgen. Fahrzeuge werden in immer höherem Maße für den Informationsaustausch mit der Umwelt, mit anderen

Fahrzeugen sowie Verkehrs- und Energiesystemen gerüstet, um höhere Sicherheit und effizientere Verkehrsgestaltung zu erreichen. Fahrzeugintegrierte elektronische Systeme zielen auf optimale Fahrerassistenz. Moderne Fahrzeugdiagnose erfolgt auf Basis komplexer, vernetzter elektronischer Fahrzeugsysteme computergestützt.

- Neben der Fahrzeugtechnologie verändern sich auch die branchenspezifischen Arbeitsprozesse und -aufgaben fundamental. Temporäre Vernetzung und Datenaustausch zwischen intelligenten Elementen prägen das Produktionsumfeld von morgen (Industrie 4.0). Der Automatisierungsgrad in der industriellen Fertigung nimmt stetig zu, sodass Arbeitsanforderungen immer komplexer und abstrakter werden.

Vor diesem Hintergrund benötigen Beschäftigte zukünftig zum Beispiel zusätzliche fachliche und überfachliche Kompetenzen für den eigenverantwortlichen und sicheren Umgang mit der Hochvolttechnik im Fahrzeug, die ein wesentlich abstrakteres Aufgabengebiet darstellt, als es in der Vergangenheit in Kfz-Berufen angesichts vorwiegend mechanisch und visuell gesteuerter Tätigkeiten der Fall war. Zudem ist aufgrund des Gefahrenpotenzials auf eine erhöhte Sensibilität zu achten, wenn es um Sicherheit am Ausbildungs- und Arbeitsplatz geht. Darüber hinaus brauchen Beschäftigte vermehrt Kompetenzen, die ihnen den Umgang mit komplexen und abstrakten Zusammenhängen, intelligent vernetzten Maschinen und Produktionsabläufen ermöglichen. Kommen auf Experten/innen und Führungskräfte in erster Linie neue Anforderungen in den Bereichen IT und Datensicherheit zu, werden Facharbeiter/innen mittel- bis langfristig beispielsweise über Kenntnisse in der Bedienung und Nutzung von Smart Devices im Arbeitsprozess verfügen und in der Lage sein müssen, Zusammenhänge von Daten und Prozessketten zu erkennen und zu steuern. Problemlöse- und Prozesskompetenz sind insbesondere erforderlich zur Regulierung und Überwachung automatisierter Abläufe in modernen maschinellen Produktionszusammenhängen. Auch die Fähigkeit zur selbstgesteuerten Informationsbeschaffung gewinnt besondere Relevanz (vgl. SPÖTTL 2016, S. 89 f.).

Neue Kompetenzanforderungen an Beschäftigte

Dies hat Konsequenzen für die branchenspezifische Aus- und Weiterbildung, die mit innovativen Konzepten im Hinblick auf neue, komplexe Lerninhalte und deren didaktisch-methodischer Ausgestaltung dem Spannungsfeld sich rasch verändernder Arbeitswelten und der Ausbildung übergreifender beruflicher Handlungskompetenz bei den Lernenden gerecht werden muss. Hierfür werden Lernarrangements benötigt, die es erlauben, Arbeits- und Lernprozesse flexibel zu verknüpfen und Lernen als selbstverständlichen Bestandteil des eigenen beruflichen Handelns erfahrbar machen.

Konsequenzen für Aus- und Weiterbildung

Digitale Lernkonzepte können einen wertvollen Beitrag zur notwendigen Flexibilisierung und Integration von selbst- und fremdgesteuerten Lernprozessen in der Berufsbildung leisten. Mobil nutzbare digitale Medienangebote können das berufliche Lernen unterstützen, sofern sie systematisch und didaktisch lernförderlich in die Ausbildungsprozesse eingebettet werden. Sie eignen sich beispielsweise dazu, die im gewerblich-technischen Bereich etablierte Praxis des prozess- und aufgabenorientierten Lernens im Rahmen von Lern- und Arbeitsaufgaben zu unterstützen. Komplexere Sachverhalte (z. B. in der Automobilbranche die Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs) lassen sich mittels Visualisierung oder Simulation für die Lernenden erfass- und erfahrbar machen. Darüber hinaus können

Potenziale digitaler Lernkonzepte

Lernvoraussetzungen, -fortschritt und -ergebnis individuell sichtbar und der Reflexion zugänglich gemacht werden (vgl. HOWE 2013, S. 4 ff.). Nicht zuletzt kann der Einsatz digitaler Medien in der beruflichen Bildung dauerhaft zum selbstgesteuerten Lernen in komplexen und dynamischen Arbeitswelten anregen, indem Möglichkeiten zum arbeitsplatznahen Abruf von Lerninhalten aufgezeigt werden.

2 Umsetzung digital gestützter Qualifizierung am Beispiel des neuen Ausbildungsschwerpunkts Hochvolttechnik im Beruf Kfz-Mechatroniker/in

Welchen Mehrwert digitale Lernkonzepte im Hinblick auf die Möglichkeiten der arbeitsplatznahen Verknüpfung und Kombination verschiedener Lehr-/Lernelemente sowie die Unterstützung der Lernprozessbegleitung in der beruflichen Ausbildungspraxis bieten, wird im Folgenden an einem Praxisbeispiel aufgezeigt: Das »Hybrid-Lernkonzept« ist im Projekt »Standardisiertes Qualifizierungskonzept zur Integration der Hochvolttechnik in die duale Berufsausbildung« (Laufzeit: Mai 2013 bis Juni 2016) in Zusammenarbeit zwischen dem Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb) und dem Bildungszentrum der AUDI AG Ingolstadt entstanden. Alle im Projekt entwickelten Materialien stehen auf www.hybrid-lernen.f-bb.de zur Verfügung (vgl. ausführlich MÜLLER et al. 2016).¹

Projekt im
Schaufenster
Elektromobilität

Standardisiertes Qualifizierungskonzept zur Integration der Hochvolttechnik in die duale Berufsausbildung

Das Projekt »Standardisiertes Qualifizierungskonzept zur Integration der Hochvolttechnik in die duale Berufsausbildung« ist eines von rund 40 Projekten der Initiative »Schaufenster Elektromobilität Bayern-Sachsen ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET«, in deren Rahmen es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde. Die Bundesregierung hat im April 2012 vier Regionen in Deutschland als »Schaufenster Elektromobilität« ausgewählt und hier auf Beschluss des Deutschen Bundestages die Forschung und Entwicklung alternativer Antriebe gefördert. Insgesamt hat der Bund für das Schaufensterprogramm Fördermittel in Höhe von 180 Mio. Euro bereitgestellt. In den groß angelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben wird Elektromobilität an der Schnittstelle von Energiesystem, Fahrzeug und Verkehrssystem erprobt. Weitere Informationen unter www.schaufenster-elektromobilitaet.org.

2.1 Das Hybrid-Lernkonzept

Ziele Das im Rahmen des Projekts entwickelte, modular aufgebaute Hybrid-Lernkonzept soll dazu beitragen, Hochvolttechnik für die Ausbildung in gewerblich-technischen Automobilberufen möglichst greifbar zu machen und dem Ausbildungspersonal die Integration der Thematik in die Ausbildungspraxis erleichtern. Das Hybrid-Lernkonzept zielt darauf ab, grundlegende Fachkenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Hochvolttechnik (z. B. Elek-

¹ Kapitel 2 dieser Fallstudie ist eine gekürzte und inhaltlich neu fokussierte Fassung der in MÜLLER et al. 2016 ausführlich beschriebenen Projektergebnisse.

tro- und Messtechnik), aber auch überfachliche Kompetenzen wie Verantwortungsbewusstsein und Selbständigkeit im Umgang mit dem Hochvolt-system in den industriellen Arbeitsbereichen Entwicklung und Produktion zu entwickeln. Es unterstützt damit den Aufbau der Handlungskompetenz für ein sachgerechtes, sicheres und verantwortungsbewusstes Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen.

Das Hybrid-Lernkonzept wurde so angelegt, dass

- neben dem Aufbau der benannten neuen fachlichen Kompetenzen bei den Lernenden auch die Förderung der überfachlichen Handlungsaspekte (z. B. Selbständigkeit und Verantwortungsbewusstsein) im Umgang mit der Hochvolttechnik gelingen kann,
- die Entwicklung zukunftsfähiger Kompetenzen (z. B. Prozess- und Problemlösefähigkeit, Nutzung digitaler Medien zur Gestaltung von Arbeits- und Lernprozessen) durch die umgesetzten didaktischen Prinzipien begünstigt wird.

Wegen der Berührungspunkte der beiden zentralen Entwicklungstrends Elektromobilität und Digitalisierung wurde auf die enge Verknüpfung von physischen und virtuellen Lernanteilen geachtet und ein hybrides Lernszenario (Blended Learning) entwickelt, das den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien mit Präsenzelementen verknüpft (vgl. REGLIN 2005, S. 3 f., ARNOLD et al. 2015, S. 142). Das digital gestützte Lernen erfährt auf diese Weise sowohl durch den Einsatz weiterer Medien als auch durch eine zusätzliche personale Lernprozessbegleitung und -unterstützung eine lernförderliche Erweiterung.

Enge Verknüpfung physischer und virtueller Lernanteile

Im Hybrid-Lernkonzept zum Thema Hochvolttechnik wurden folgende Präsenz- und digitalen Elemente mit jeweils entsprechender methodisch-didaktischer Zielsetzung kombiniert:

Nutzenpotenziale

| Zeitliche Platzierung (pro Modul) | Präsenzlernen | Digitales Lernen | Methodisch-didaktische Zielsetzung |
|-----------------------------------|--|---|---|
| Vorgelagert | <ul style="list-style-type: none"> ■ Einweisung in das Lernen am Hochvolt-Arbeitsplatz bzw. Hochvolt-Fahrzeug durch Ausbilder/in und Einrichtung der Lerngruppe | <ul style="list-style-type: none"> ■ Abbildung benötigter Arbeitsmaterialien auf jeder Modul-Startseite ■ Beschreibung der angestrebten Lernergebnisse ☒ Erläuterungen zur Handhabung der Lernmodule | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorbereitung auf selbständige Erarbeitung der Lerninhalte ■ Erläuterung des Zwecks: Lernzieldefinition ■ Vermittlung technischer Kompetenzen ■ Kennenlernen der Lernpartner ■ Festlegung Bearbeitungszeit |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertungsgespräch mit Ausbilder/in | <ul style="list-style-type: none"> ■ Einstiegsfragen zum Lernmodul (Multiple-Choice) inkl. Auswertung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung von Vorkenntnissen ■ Identifikation ggf. bestehender Wissenslücken ■ Entscheidung, ob Auszubildende mit Lernmodul starten können |

| Zeitliche Platzierung (pro Modul) | Präsenzlernen | Digitales Lernen | Methodisch-didaktische Zielsetzung |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Begleitend | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bearbeiten von Lernaufgaben am Hochvolt-Arbeitsplatz mit Materialiensatz | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bearbeiten der Lernmodule 1–5 mit Übungen und Anwendungen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Handlungsorientiertes Lernen für nachhaltigen Praxistransfer ■ Wissenserwerb (Grundlagen Elektrotechnik, Messtechnik, Arbeitssicherheit) |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Arbeiten am Hochvolt-Fahrzeug (unter Aufsicht des Ausbildungspersonals) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bearbeiten der Lernmodule 6–8 mit Übungen und Anwendungen ■ Simulation der Außer- und Inbetriebnahme eines Hochvolt-Fahrzeugs | <ul style="list-style-type: none"> ■ Lernen am Realobjekt (z. B. innerhalb eines Kundenauftrags am Hochvoltfahrzeug) ■ Erwerb praktischer Handlungskompetenz ■ Umsetzung einer vollständigen Arbeitshandlung |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Lernaufgaben in Workbooks; Lernauftrag (Printmedien) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Entsprechende Verweise auf Workbooks (downloadbar) in Modulen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Dokumentation von Lernaufgaben ■ Protokollieren ermittelter Prüf- und Messergebnisse |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bearbeitung der Module in der Lerngruppe und Lernprozessbegleitung durch Ausbilder/in | <ul style="list-style-type: none"> ■ Individuelles Feedback durch Lernprogramm | <ul style="list-style-type: none"> ■ Reflexion und Diskussion von Problemstellungen ■ Unterstützung des Praxistransfers ■ Förderung des Lernerfolgs ■ Ermittlung Stand des Kompetenzerwerbs |
| Abschließend/Weiterführend | <ul style="list-style-type: none"> ■ Fachgespräch mit Ausbilder/in inkl. Praxisdemonstration nach jedem Lernmodul | <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufforderung zur Kontaktaufnahme mit dem/der Ausbilder/in | <ul style="list-style-type: none"> ■ Beurteilung Lernergebnisse ■ Überprüfung der erworbenen Fertigkeiten ■ Klärung offener Fragen ■ Festlegung, wie ggf. bestehende Wissenslücken geschlossen werden können (z. B. Wiederholung von Modulen) |

Tab. 1: Nutzenpotenziale der Komponenten im Hybrid-Lernkonzept (in Anlehnung an REGLIN 2005, S. 5 und REGLIN/FIETZ/MAIR 2006, S. 97)

Elemente des Hybrid-Lernkonzepts

Der multiperspektivische, verschiedene Lernformen, -methoden und -medien verknüpfende Ansatz soll Möglichkeiten eines flexiblen Kompetenzerwerbs aufzeigen und arbeitsplatznahe Selbstlernprozesse initiieren und unterstützen. Hierfür sind folgende Elemente in jeweils variierender Ausprägung Teil des Hybrid-Lernkonzepts:



Abb. 1: Elemente des Hybrid-Lernkonzepts

- Die Lerninhalte sind in acht aufeinander aufbauende Lernmodule untergliedert. Sie unterstützen den schrittweisen Erwerb der erforderlichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten für die Arbeit an Hybrid- oder Elektrofahrzeugen (Hochvoltfahrzeugen) in der Berufsausbildung (mehr dazu in Abschnitt 2.3).
Lerninhalte

- Das Lernkonzept ist in Betrieben, überbetrieblichen Bildungszentren und Berufsschulen (unter der Voraussetzung einer entsprechenden Ausstattung) einsetzbar und verknüpft unter Nutzung neuer Medien das Lernen in einer laborähnlichen Lernumgebung (z. B. Hochvolt-Arbeitsplatz) mit dem Arbeiten am Hochvoltfahrzeug in der Werkstatt.
Lernorte

- Zur Feststellung der fachlichen Voraussetzungen, des Lernfortschritts sowie des erzielten Lernergebnisses sind pro Lernmodul jeweils themenbezogen u. a. Multiple-Choice-Fragen, Praxisdemonstrationen sowie Fachgespräche zur Reflexion mit dem Ausbildungspersonal vorgesehen.
Kompetenzfeststellung

- Auszubildende können den Hybrid-Lernpfad weitgehend eigenständig bearbeiten. Insbesondere beim Lernen am Realobjekt Hochvoltfahrzeug ist jedoch eine verstärkte Einbindung des Ausbildungspersonals erforderlich.
Grad der Selbsttätigkeit des Lernenden

- Die Auszubildenden übernehmen aktiv die Verantwortung für ihren Selbstlernprozess entlang des Hybrid-Lernpfades, sodass die Auszubildenden vor allem die Funktion haben, den Lernprozess beratend zu begleiten und bei Bedarf Unterstützung anzubieten.
Rollen

- Die Lernmodule lassen sich sowohl alleine als auch in Partnerarbeit bearbeiten. In kooperativen Lernprozessen können Problemstellungen von den Lernenden gemeinsam reflektiert werden.
Sozialformen

- Aufgabentypen** ■ In zahlreichen Aufgaben (u. a. Messübungen am Steckboard, Lückentexte, Lernauftrag innerhalb eines Kundenauftrags am Auto) können die Auszubildenden aktiv werden und den unmittelbaren Bezug zu betrieblichen Arbeitsprozessen am Hochvoltfahrzeug herstellen.
- Mediale Elemente** ■ Die Kombination digitaler mit »greifbaren« Lernmedien (u. a. Hochvolt-Board, Messequipment, Hochvolt-Workbooks bzw. Lernauftrag in Printform) ermöglicht den Auszubildenden ganzheitliches Lernen.
- Funktionen der digitalen Lernmedien** Zentrales Element des Lernkonzepts sind die mobil (tabletoptimiert) per Internet-Browser nutzbaren digitalen Lernmedien auf der Lernplattform www.hybrid-lernen.f-bb.de, die im Lernkonzept folgende Funktionen übernehmen:
- Strukturierung der Selbstlernprozesse der Auszubildenden,
 - Rückspiegelung des Lernfortschritts,
 - Unterstützung der Verknüpfung von Lernen und Arbeiten durch in den jeweiligen Lernsettings (digitale Lernmodule, Hochvolt-Arbeitsplatz, Hochvoltfahrzeug) zu bearbeitende Aufgaben und zu nutzende Arbeitsmaterialien,
 - Abbildung unterschiedlicher Aufgaben- und Übungstypen (z. B. handlungsorientierte Aufgaben, Lernen im Kundenauftrag, Multiple-Choice-Fragen),
 - Unterstützung der Lernprozessbegleitung und Überprüfung des Lernfortschritts der Auszubildenden durch das Ausbildungspersonal,
 - Darstellung abstrakter und in der Praxis aus Sicherheitsgründen nicht visualisierbarer Lerninhalte (z. B. Lichtbogen, Kabelbrand)
 - Ermöglichung orts- und zeitflexiblen Lernens durch mobile Endgeräte.

Im Folgenden werden zunächst die didaktischen Prinzipien des Lernkonzepts erläutert, bevor in Abschnitt 2.3 der Hybrid-Lernpfad und die Einbindung der Module in den Ausbildungsverlauf beschrieben werden. Im Anschluss daran wird im Rahmen eines Fallbeispiels die praktische Anwendung skizziert.

2.2 Didaktische Prinzipien

Ziel: berufliche Handlungsfähigkeit

Der Aufbau beruflicher Handlungsfähigkeit ist zentrales Ziel einer dualen Berufsausbildung. In den Automobilberufen kommt der Befähigung zu kompetentem selbstständigem Handeln gerade beim Themenfeld Hochvolttechnik besondere Bedeutung zu, denn der Umgang mit Hochvoltfahrzeugen erfordert nicht nur vertiefte fachliche Kompetenzen wie z. B. Kenntnis des vorhandenen Gefährdungspotenzials sowie relevanter elektro- und messtechnischer Grundlagen und deren Anwendung bei der Fehlersuche am Fahrzeug. Zusätzlich müssen an HV-Fahrzeugen eingesetzte Mitarbeitende auch besondere überfachliche sozial-kommunikative und personale Kompetenzen aufweisen: Aufgrund des hohen Gefährdungspotenzials darf in der Regel nicht an unter Spannung stehenden aktiven Teilen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel gearbeitet werden, weshalb vor Beginn der Tätigkeiten am Hochvoltfahrzeug zunächst ein spannungsfreier Zustand hergestellt, festgestellt und für die Dauer der Arbeiten sichergestellt werden muss.

Im Zuge dessen gilt es für die eingesetzten Fachkräfte, selbstständig und verantwortungsbewusst die elektrotechnischen Sicherheitsregeln zu befolgen. Der elektrotechnische Zustand des Hochvoltsystems muss allgemein sichtbar gekennzeichnet und dokumentiert werden, sodass sich weitere am Fahrzeug tätige Personen ebenfalls bestmöglich vor Gefährdungen durch das Hochvoltsystem schützen können. Durch die zuverlässige Berücksichtigung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, Kurzschlüsse und Lichtbögen müssen sich Mitarbeitende also stets so verhalten, dass nicht nur ihre eigene Sicherheit, sondern auch die der Kollegen und Kolleginnen im Arbeitsteam gewahrt ist.

Das Lernkonzept fokussiert daher neben dem Aufbau von Fachkompetenz insbesondere auch die Förderung überfachlicher Kompetenzen der Auszubildenden im Umgang mit Gefährdungen und geeigneten Arbeitsschutzmaßnahmen. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen für die inhaltliche und didaktisch-methodische Ausgestaltung des Lernarrangements (vgl. ARNOLD et al. 2015, S. 66 f.): Dieses soll es den Lernenden ermöglichen, sich selbst organisiert, aktiv und kooperativ – gleichzeitig jedoch stets gefahrlos – mit Praxissituationen im Themenfeld Hochvolttechnik und konkreten Arbeitsprozessen am Hochvoltfahrzeug auseinanderzusetzen, um neben den sicherheitsrelevanten, elektro- und messtechnischen Grundlagen auch Selbständigkeit und den verantwortungsbewussten Umgang mit dem Hochvoltfahrzeug zu entwickeln. Der durchgängig gewährleistete Praxisbezug und die erlebte Selbstwirksamkeit sollen ferner die Motivation der Auszubildenden erhöhen, im Bereich Elektromobilität zu lernen und zu arbeiten.

Folgende didaktische Prinzipien liegen dem Hybrid-Lernkonzept zugrunde:

- Im Einklang mit einer konstruktivistischen Auffassung des Lernens beruht das Hybrid-Lernkonzept auf praktischem Handeln und Selbsttätigkeit. Durch die weitgehend selbstständige Bearbeitung handlungsorientierter Lernaufgaben – zunächst am Hochvolt-Arbeitsplatz (eine in die Werkstatt integrierbare laborähnliche Lernumgebung, bestehend aus einem Arbeitstisch, Arbeitsmaterialien wie Hochvolt-Messgeräten und Printmedien sowie einem mobilen Endgerät oder PC), später direkt am Hochvoltfahrzeug – soll die Eigenverantwortung beim Lernen und Arbeiten im Bereich der Hochvolttechnik gestärkt werden. Dies ist eine wichtige Grundlage für den verantwortungsbewussten Umgang mit dem Hochvoltsystem und seinen Gefahren. Die Aufgaben sind entlang des Hybrid-Lernpfades je nach thematischem Schwerpunkt in die digitalen Lernmodule integriert und können von den Auszubildenden über PC oder mobile Endgeräte im Ausbildungsverlauf schrittweise abgerufen und bearbeitet werden. So werden im Idealfall eigene Entdeckungen und »Aha-Erlebnisse« ermöglicht, was den Lernerfolg begünstigt. Durch die Wahl des eigenen Lerntempos und inhaltliche Schwerpunktsetzungen (z. B. Wiederholung, Zurückspringen oder Vertiefung von Lerninhalten) können während der Bearbeitung des Hybrid-Lernpfades individuelle Lernbedürfnisse bedient werden.
- Mit dem Hybrid-Lernkonzept wurde eine enge Verbindung von Lern- und Arbeitsprozessen verwirklicht. Für den Grundlagenerwerb (Lernmodule 1 bis 5), der ohne eine unmittelbare Handlung am realen Hochvoltfahrzeug vollzogen werden kann, wurden an beruflichen

**Fachkompetenz,
Selbständigkeit und
Verantwortungsbe-
wusstsein**

**Didaktische
Prinzipien
Handlungsori-
entierung und
Selbsttätigkeit**

**Lernen in und an
Realprozessen**

Tätigkeiten orientierte Szenarien entwickelt, die den Auszubildenden eine modellhafte Abbildung und Simulation betrieblicher Arbeitsprozesse (z. B. Prüfung des Potentialausgleichs) ermöglichen. In den fortgeschrittenen Phasen des Kompetenzerwerbs (Lernmodule 6 bis 8) können die Auszubildenden reale Arbeitsprozesse – wie die Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs und die damit verbundenen Arbeitsschritte – zunächst virtuell nachvollziehen und den vollen Umfang der realen beruflichen Handlungssituation anschließend am Hochvoltfahrzeug erleben (z. B. eingebettet in einen Lernauftrag). Die HTML-5-basierten Lernmodule sind mobil (tabletoptimiert) und ortsunabhängig an Lernorten wie Betrieb, Berufsschule oder einem überbetrieblichen Bildungszentrum nutzbar und können z. B. auch in der Werkstatt direkt am Hochvoltfahrzeug abgerufen werden.

Kooperatives Lernen ■ Um Fachfragen und aufgabenspezifische Problemlagen unmittelbar reflektieren und mögliche Lösungswege diskutieren zu können, hat sich das kooperative Lernen mit einem/einer Partner/in (anderen Auszubildenden) als förderlich für Lernfortschritt und Motivation erwiesen. Hierbei bearbeiten zwei Auszubildende an einem PC bzw. mobilen Endgerät und einem Hochvolt-Board bzw. Hochvoltfahrzeug gemeinsam die Lernmodule und lösen die dort integrierten Aufgaben in Partnerarbeit. Kommunikation und Kooperation der Lernenden sowie das Einbringen eigener Erfahrungen werden angeregt, komplexe Sachverhalte werden gemeinsam reflektiert.

Lernprozessbegleitung durch das Ausbildungspersonal ■ Das auf Praxis und Selbsttätigkeit setzende Hybrid-Lernkonzept verlangt vom Ausbildungspersonal einen Rollenwechsel vom Fachauszubildenden zum Lernprozessbegleitenden. Das bedeutet, dass die Auszubildenden den Auszubildenden Freiraum zur eigenständigen Erarbeitung der Lerninhalte mittels der entwickelten Lernmedien gewähren, aber jederzeit für Rückfragen zur Verfügung stehen. Die Beurteilung des individuellen Lernfortschritts verlangt die aufmerksame Beobachtung der Lernprozesse sowie bedarfsorientiert die Sichtung von Zwischenergebnissen (z. B. Einträgen in das Hochvolt-Workbook, Schaltungsaufbauten, Messergebnissen) durch das Ausbildungspersonal. Reflexionsfragen können zudem Hinweise liefern, ob Verständnis und Sensibilität im Umgang mit dem Hochvoltsystem nachhaltig aufgebaut werden.

Weitere Aufgaben des Ausbildungspersonals Zusätzlich zur Lernprozessbegleitung kommen dem Ausbildungspersonal an vordefinierten Stationen des in weiten Teilen eigenständig ablaufenden Lernprozesses im Hybrid-Lernkonzept folgende Aufgaben zu (siehe Fallbeispiel in Abschnitt 2.4):

■ **Ermittlung der Vorkenntnisse bei jedem einzelnen Lernmodul:** Zu Beginn der Module bearbeiten die Auszubildenden jeweils einen Multiple-Choice-Test, der sich auf relevantes Vorwissen bezieht. Anhand der Ergebnisse entscheidet der/die Ausbilder/in (Auswertungsgespräch), ob die vorliegenden Voraussetzungen für eine Bearbeitung des folgenden Lernmoduls ausreichen oder ggf. zunächst Wissenslücken zu schließen sind.

■ **Beurteilung der erzielten Lernergebnisse nach jedem einzelnen Lernmodul:** Nach Bearbeitung jedes Moduls sollte ein abschließendes Fachgespräch mit den Auszubildenden geführt werden. Dies dient der gemeinsamen Reflexion des Lernfortschritts und der Feststellung der erworbenen Kompetenzen. Hierzu empfiehlt es sich, eine Praxis-

demonstration der im jeweiligen Modul erworbenen Fertigkeiten (z. B. Durchführung einer Isolationsmessung, Sicht- und Funktionsprüfung am Messgerät) zu integrieren, um den Aufbau der berufspraktischen Handlungskompetenz und den verantwortungsbewussten Umgang mit dem Hochvoltssystem überprüfen zu können.

- **Begleitung der praktischen Arbeit am Fahrzeug:** Aus Sicherheitsgründen erfordert der Lernprozess am realen Hochvoltfahrzeug eine intensive Begleitung und Aufsicht durch das Ausbildungspersonal. Insbesondere gilt dies bei der Außer- und Inbetriebnahme des Hochvoltfahrzeugs.

Ein im Projekt erarbeiteter Handlungsleitfaden (MÜLLER et al. 2016) für das Ausbildungspersonal liefert weiterführende Informationen zum didaktisch-methodischen Einsatz des Qualifizierungskonzepts und der notwendigen Lernprozessbegleitung.

2.3 Ablauf des Lernprozesses im Ausbildungsverlauf

Grundlage des Lernkonzepts ist ein in acht Module unterteilter Hybrid-Lernpfad (siehe Abbildung 2), der einen schrittweisen Aufbau der Handlungskompetenz für einen sicheren, sachgerechten und verantwortungsbewussten Umgang mit Hochvoltfahrzeugen erlaubt. Dazu erfolgt in den Lernmodulen 1 bis 5 zunächst der Aufbau vertiefter Kenntnisse und Fertigkeiten in den Bereichen Elektrotechnik, Arbeitssicherheit und Hochvolt-Messtechnik. Im Anschluss daran steht die praktische Arbeit am Hochvoltfahrzeug im Mittelpunkt (Lernmodule 6 bis 8).

Hybrid-Lernpfad mit 8 Modulen

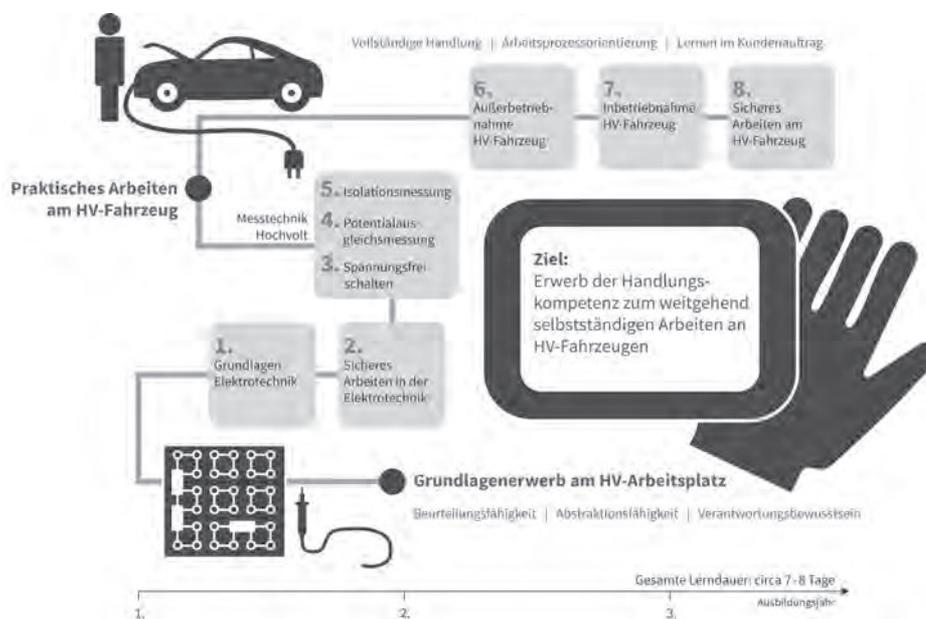


Abb. 2: Der Hybrid-Lernpfad im Ausbildungsverlauf

Am Ende sollen die Auszubildenden

- die Sicherheitsregeln der Elektrotechnik bei der Außer- und Inbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs anwenden können,
- die Messmethoden »Spannungsfreiheit feststellen«, »Potentialausgleichsmessung« und »Isolationsmessung« bei der Außer- und Inbetriebnahme des Hochvoltfahrzeugs umsetzen können und

Lernziele

Einordnung der Thematik im Ausbildungsverlauf

- Gefahren am Hochvoltfahrzeug beschreiben und die Schutzmaßnahmen ergreifen können, die ein sicheres Arbeiten am Hochvoltfahrzeug gewährleisten.

Entsprechend den Erprobungserfahrungen bei der AUDI AG wird empfohlen, das Themenfeld Hochvolttechnik über die gesamte Ausbildungsdauer hinweg zu behandeln. Die entwickelten Lernmodule lassen sich unabhängig von der Schwerpunktwahl einsetzen. Sie können im Rahmen der Ausbildung der berufsprofilgebenden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten des Ausbildungsrahmenplans (1. bis 18. Monat), aber auch – je nach betrieblichem Ausbildungsplan – noch im dritten Ausbildungsjahr zum Einsatz kommen. Zur Vertiefung und Wiederholung von Lerninhalten kann es sinnvoll sein, die Module (z. B. zur Prüfungsvorbereitung) im weiteren Ausbildungsverlauf (19. bis 42. Monat) erneut zu bearbeiten. Dies gilt natürlich vor allem für den Schwerpunkt System- und Hochvolttechnik. Für die einmalige Bearbeitung der acht Module ist ein Zeitraum von sieben bis acht Tagen zu veranschlagen.

Einen Vorschlag für die Platzierung der Module im Ausbildungsverlauf zeigt Abbildung 3.

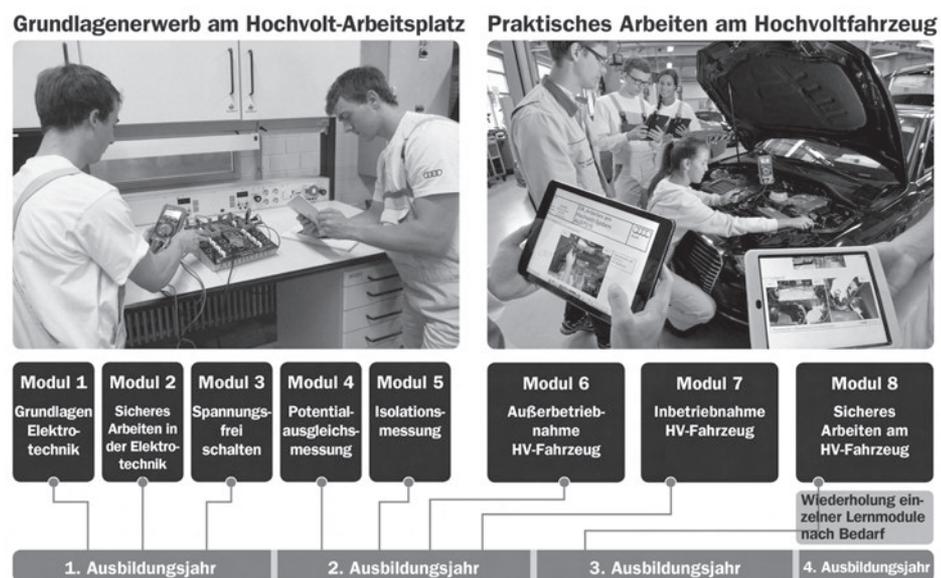


Abb. 3: Einsatz der Module im Ausbildungsverlauf (Beispiel: Kfz-Mechatroniker/in)

Fachliche Grundlagen in den Modulen 1-5

In den Modulen 1 bis 5 wird zunächst der Aufbau fachlicher Grundlagen in den Bereichen Elektrotechnik, Arbeitssicherheit und Messtechnik angestrebt. Damit werden die erforderlichen Voraussetzungen für das spätere praktische Arbeiten am Hochvoltfahrzeug geschaffen. Durch die Bearbeitung von Lernaufgaben erwerben die Auszubildenden schrittweise relevante Fachkenntnisse (z. B. Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen, Aufbau einer Hochvoltleitung, elektrische Schutzmaßnahme Potentialausgleich). Durch Anwendung des erworbenen Wissens an einem Hochvolt-Arbeitsplatz kann parallel der Aufbau praktischer Fertigkeiten gefördert werden. So werden beispielsweise – unterstützt durch Lehrvideos – das

Vorgehen bei der Sicht- und Funktionsprüfung eines Messadapters oder der Einsatz von Hochvolt-Messgeräten bei der Isolationswiderstands- oder Potentialausgleichsmessung eingeübt.

Mit Hilfe der Lernmodule 6 bis 8 können die Auszubildenden dann – unter stärkerer Einbindung des Ausbildungspersonals – konkrete Aufträge am echten Hochvoltfahrzeug bearbeiten. Das Erlernen und selbstständige Vollziehen der notwendigen Arbeitsschritte zur Außer- und Inbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs stehen dabei im Zentrum.

Anhand eines Fallbeispiels wird im Folgenden aufgezeigt, wie die Elemente des Hybrid-Lernkonzeptes beim direkten Arbeiten am Hochvoltfahrzeug ineinandergreifen und welche Rolle dem Ausbildungspersonal in den verschiedenen Phasen des Kompetenzerwerbs zukommt.

**Auftragsbearbeitung
am Hochvoltfahr-
zeug in Modul 6–8**

2.4 Fallbeispiel: Praktisches Arbeiten am Hochvoltfahrzeug – Erlernen der notwendigen Handlungsschritte zur Außerbetriebnahme

Das Lernmodul 6 »Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs« führt die Auszubildenden an die ersten Handlungsschritte am Hochvoltfahrzeug heran. Ebenso wie beim Lernen am Hochvolt-Arbeitsplatz, gilt es auch hier zunächst, die benötigten Lern- und Arbeitsmaterialien vorzubereiten und eine Einweisung der Auszubildenden in Lernziele und in die folgende Selbstlernphase (ggf. mit Partner/in) sicherzustellen. Da sich an die Bearbeitung des Lernmoduls ein Lernauftrag zur Außerbetriebnahme eines realen Fahrzeugs anschließt, sollte ein Hochvoltfahrzeug zur Verfügung stehen, an dem unter Aufsicht des Ausbildungspersonals die Außerbetriebnahme vollzogen werden kann. Der Lernauftrag wird im Rahmen des abschließenden Fachgesprächs zum Modul durch das Ausbildungspersonal übergeben. Für Lernmodul und Lernauftrag kann jeweils ca. eine Bearbeitungszeit von 4 Stunden angesetzt werden. Ziel ist, dass die Auszubildenden am Ende der Lerneinheit die elektrotechnischen Sicherheitsregeln bei der Außerbetriebnahme des Hochvoltfahrzeugs unter Aufsicht des Ausbildungspersonals umsetzen können.

**Lernmodul 6 »Außer-
betriebnahme eines
Hochvoltfahrzeugs«**

Der Einstieg in das Lernmodul erfolgt, wie in allen Modulen, über einen Multiple-Choice-Test zur Ermittlung relevanter Vorkenntnisse. Wird dieser durch die Auszubildenden erfolgreich abgeschlossen, kann das Modul bearbeitet werden:

Mit Hilfe des Lernmoduls 6 erarbeiten sich die Auszubildenden relevante fachliche Grundlagen zur Freischaltung eines Hochvoltfahrzeugs. Sie lernen zunächst u. a. die Umsetzung der elektrotechnischen Sicherheitsregeln je nach Baustand des Fahrzeugs (vor bzw. nach »Start of Production«) zu unterscheiden (Abbildung 4) und ordnen den verschiedenen Phasen des Freischaltprozesses geeignete Schutzmaßnahmen zu.

**Start: Grundlagen
zur Freischaltung
eines HV-Fahrzeugs**



Abb. 4: Der Freischaltprozess in Abhängigkeit vom Baustand des Fahrzeugs

Simulation der Arbeitsschritte zur Außerbetriebnahme

Sie skizzieren das Hochvoltsystem und dessen Komponenten (z. B. in Workbook-Einträgen) und lernen, die Funktion der Sicherheitslinie im Hochvoltsystem zu beschreiben. Anschließend können die erforderlichen Arbeitsschritte zur Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs an einem digital abgebildeten Fahrzeug simuliert werden (Abbildung 5).



Abb. 5: Virtuelle Freischaltung eines Hochvoltfahrzeugs

Mit Hilfe von Lehrvideos (Abbildung 6) lernen sie u. a. noch verschiedene Messmethoden zur Feststellung der Spannungsfreiheit am Hochvoltsystem kennen und zu unterscheiden.

Messmethoden zur Feststellung der Spannungsfreiheit



Abb. 6: Lehrvideo zur Demonstration einer Methode zur Spannungsfreimessung

In einem abschließenden Fachgespräch mit dem Ausbildungspersonal werden die erzielten Lernergebnisse überprüft. Bei entsprechendem Lernerfolg wird der zum Modul gehörige Lernauftrag zur Außerbetriebnahme an die Auszubildenden ausgehändigt.

Lernergebniskontrolle per Fachgespräch

Haben die Auszubildenden die relevanten Schritte der Außerbetriebnahme verstanden, können sie mit Hilfe des Lernauftrags (downloadbar auf www.hybrid-lernen.f-bb.de) nochmals die Komplexität dieser beruflichen Aufgabe am echten Hochvoltfahrzeug erleben. Der Lernauftrag fokussiert die im Zuge von Wartungs-, Montage- und Demontearbeiten grundsätzlich vorzunehmende Spannungsfreischaltung des Hochvoltfahrzeugs und ermöglicht den Erwerb der dafür relevanten Teilkompetenzen entlang der Phasen der vollständigen beruflichen Handlung (Information, Planung, Entscheidung, Durchführung, Kontrolle, Bewertung), wie in Abbildung 7 dargestellt.

Lernauftrag: Umsetzung der Außerbetriebnahme am HV-Fahrzeug

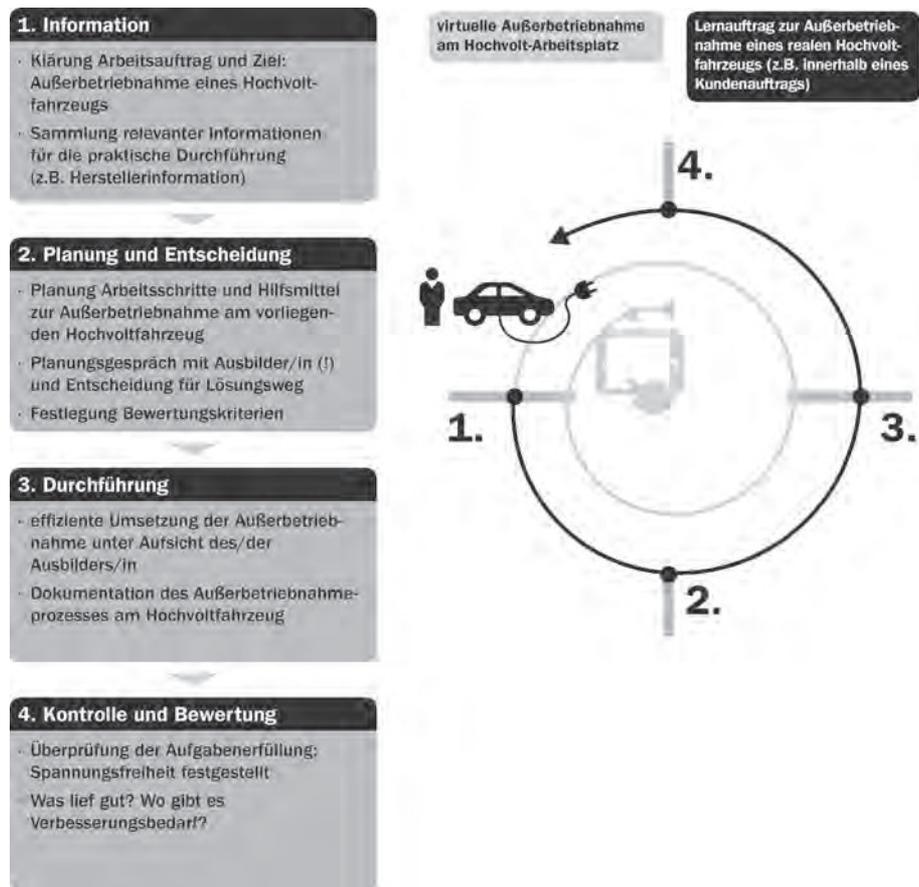


Abb. 7: Phasen des Lernauftrags »Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs«

Aufsichtspflicht

Bei der Bearbeitung des Lernauftrags, der zu Ausbildungszwecken innerhalb eines realen Kundenauftrags am Hochvoltfahrzeug (z. B. bei Automobilhersteller- und Zuliefererbetrieben oder in Servicewerkstätten) eingesetzt werden kann, ist die Aufsicht durch Ausbildungspersonal sicherzustellen.



Achtung! Aus Sicherheitsgründen erfordert der Lernprozess am realen Hochvoltfahrzeug die unmittelbare Anwesenheit und unterstützende Begleitung von hochvoltfachkundigem Ausbildungspersonal!

Bevor die Außerbetriebnahme eines Hochvoltfahrzeugs in der Werkstatt praktisch umgesetzt wird (Phase Planung und Entscheidung), wird die Durchführung eines Planungsgesprächs mit den Auszubildenden empfohlen. Dies ist im Lernauftrag an der entsprechenden Stelle vermerkt. Die bis dahin erarbeitete Informationen, geplante Arbeitsschritte und Hilfsmittel sollten spezifisch für das vorliegende Fahrzeug geprüft und gemeinsam erörtert werden.

Anschließend kann die Entscheidung für den Lösungsweg getroffen und die Außerbetriebnahme des Hochvoltfahrzeugs gemeinsam umgesetzt werden. Aus Sicherheitsgründen sollte das Ausbildungspersonal auch die Kontrolle und Bewertung der ausgeführten Arbeitshandlung durch die Auszubildenden aktiv begleiten.

3 Ergebnisse und Ausblick

Das Hybrid-Lernkonzept wurde bisher exemplarisch mit über 100 Kfz-Mechatroniker-Auszubildenden der AUDI AG an den Standorten Ingolstadt und Neckarsulm sowie an drei Berufsschulen für Kfz-technische Berufe erprobt. Die dabei gesammelten Erfahrungen und bisher vorliegenden Evaluationsergebnisse weisen auf einen gelingenden Verständnisaufbau hin. Es hat sich gezeigt, dass die Fähigkeit Auszubildender, sicher und verantwortungsbewusst an Hochvoltfahrzeugen zu arbeiten, durch digital unterstütztes arbeitsplatznahes Lernen unter Einbezug verschiedener Lehr-Lernmedien entwickelt werden kann. Digitale Medien stellen ein erfolgversprechendes Instrument für die didaktische Gestaltung von Lernarrangements im Bereich neuer Technologien dar, wenn es darum geht, Arbeitsprozessnähe herzustellen und komplexe Zusammenhänge (z. B. inhaltlich abstrakte Themen wie Strom, Leistungsverzweigung im Hybridfahrzeug, Steuerungselektronik) zu veranschaulichen.

Erprobungs-
ergebnisse

Besonders positiv bewerten die Auszubildenden den hohen Praxisbezug sowie das Erleben von Selbstwirksamkeit durch das weitgehend selbstständige und eigenverantwortliche Erarbeiten der anspruchsvollen Lerninhalte. Eine hohe Praxisorientierung und die Verknüpfung des Lernens mit realen Arbeitsprozessen am Hochvoltfahrzeug tragen dazu bei, dass bestehende Hemmungen vor dem Arbeiten an dem potenziell gefährlichen Hochvolt-system frühzeitig abgebaut sowie Motivation und Interesse für eine spätere berufliche Tätigkeit auf diesem Feld geweckt werden. Außerdem fördern digital gestützte Lernprozesse die Flexibilität künftiger Fachkräfte – sei es, was die Fähigkeit zu lebenslangem Lernen angeht, sei es im Hinblick auf die Nutzung moderner elektronischer Medien in Lern- und Arbeitskontexten:

Praxisbezug und
Selbstwirksamkeits-
erleben

»Für mich ist besonders motivierend, wenn die Messung das erste Mal selbstständig durchgeführt wird und funktioniert. Durch die kleinen Erfolgserlebnisse habe ich Selbstvertrauen und Interesse am Thema entwickelt.« (Auszubildender im Beruf Kfz-Mechatroniker im 2. Ausbildungsjahr)

Feedback der
Auszubildenden

»Das Thema ist anspruchsvoll, da man sich den Stromfluss oder Potentialunterschiede vorstellen muss. Man kann Erlerntes, zum Beispiel Messungen, an realen Bauteilen eines HV-Systems durchführen und wird somit Schritt für Schritt an die Hochvolttechnik herangeführt. Es ist nicht so kompliziert wie ursprünglich gedacht.« (Auszubildender im Beruf Kfz-Mechatroniker, 3. Ausbildungsjahr)

»In Partnerarbeit konnten wir uns gegenseitig helfen und zusätzlich aus den Fragen und Überlegungen des jeweils anderen etwas lernen. Außerdem hat die gemeinsame Arbeit Spaß gemacht.« (Auszubildende im Beruf Kfz-Mechatroniker, 1. Ausbildungsjahr)

Allerdings zeigte sich auch, dass die Integration digitaler Lernelemente in die Ausbildungspraxis einer fachlich sowie medienpädagogisch qualifizierten Lernprozessbegleitung bedarf. Damit unter Nutzung neuer Medien eine kontinuierliche und vertiefte Entwicklung der erforderlichen Kompetenzen für das Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen gelingen kann, sind Verständnisaufbau und Lernfortschritt der Auszubildenden regelmäßig durch Ausbildungsverantwortliche in Fachgesprächen (inkl. Praxisdemonstration) zu

Anforderungen an das
Ausbildungspersonal

überprüfen und zu bewerten. Hierfür benötigen auch das hauptamtliche Ausbildungspersonal und die ausbildenden Fachkräfte in der Automobilbranche entsprechende Medien- und medienpädagogische Kompetenz.

Literaturhinweise

- ARNOLD, R.: Betriebspädagogik, 2. Aufl., Berlin 1997
- ARNOLD, R. et al.: Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien, 4. Aufl., Bielefeld 2015
- HOWE, F.: Potenziale digitaler Medien für das Lernen und Lehren in der gewerblich-technischen Berufsausbildung, In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 08, hg. v. SCHWENGER, U. et al., S. 1–15, 2013. URL: www.bwpat.de/ht2013/ft08/howe_ft08-ht2013.pdf (01.06.2016)
- MÜLLER, L. et al.: Hochvolttechnik in der Ausbildung – ein neues digitales Lernkonzept, Bielefeld 2016 Leitfaden für die Bildungspraxis; 69
- REGLIN, T.: Rolle von E-Learning in hybriden Lernszenarien. In: HOHENSTEIN, A./WILBERS, K. (Hg.): Handbuch E-Learning, 13. Erg.-Lfg. August 2005, Beitrag 3.9
- REGLIN, TH./FIETZ, G./MAIR, D.: Studie zu den Potenzialen von eLearning-/Blended-Learning-Lösungen, Nürnberg 2006. URL: www.f-bb.de/uploads/tx_fffbb/Reglin_Crystal_eLearning-Potenziale_05.pdf (01.6.2016)
- SPÖTTL, G.: Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, München 2016